

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

PCT

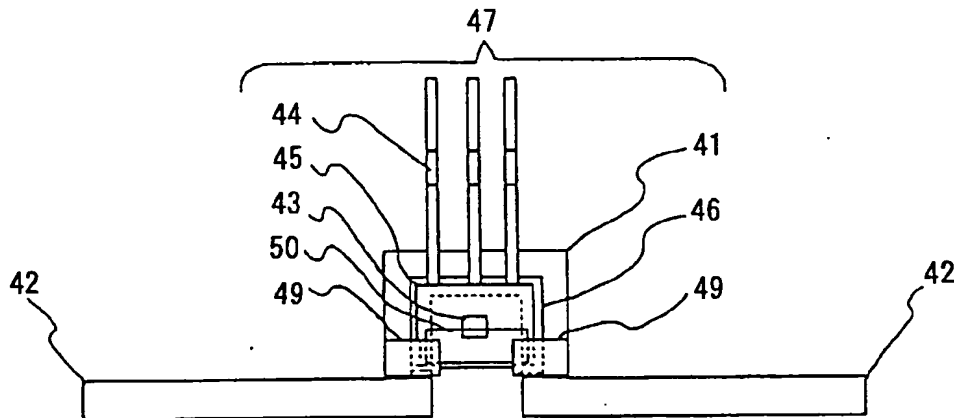
(10) 国際公開番号  
WO 03/085814 A1

- (51) 国際特許分類: H02M 1/08 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04341 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中津 欣也 (NAKATSU, Kinya) [JP/JP]; 〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 八幡 光一 (YAHATA, Koichi) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内 Ibaraki (JP). 高橋 雅人 (TAKAHASHI, Masato) [JP/JP]; 〒317-8511 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所インバータ推進本部内 Ibaraki (JP). 岩中 光文 (IWANAKA, Mitsufumi) [JP/JP]; 〒317-8511 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所インバータ推進本部内 Ibaraki (JP). 齋藤 隆一 (SAITO, Ryuichi) [JP/JP]; 〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 4 日 (04.04.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-102916 2002 年 4 月 4 日 (04.04.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERTER, POWER SYSTEM PROVIDED WITH SAME, AND MOBILE BODY

(54) 発明の名称: 電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体



(57) Abstract: A small power converter having a current sensor for sensing current with high accuracy. The power converter comprises a power module (16) having a power semiconductor device (7) mounted on a power module base (27) through a ceramic substrate (28) and a control unit (26) for controlling the operation of the power semiconductor device (7). The power module (16) has a current sensor (40) including a magnetic sensing part (47). The magnetic sensing part (47) is provided to a sensing conductor (11) electrically connected to the power semiconductor device (7) and mounted on a power module base (27) through a ceramic substrate (28). The magnetic sensing part (47) has a magnetism sensing semiconductor device (43) electrically connected to the control part (26). The relative distance between the sensing conductor (11) and the power module base (27) is larger than that between the sensing current electrode (42) and the power module base (27).

(57) 要約: 小型でかつ高精度な電流検出が行える電流検出器を備えた電力変換装置を提供するために、セラミック基板28を介してパワーモジュールベース27に載置されたパワー半導体素子7を有するパワーモジュール16と、パワー半導体素子7の動作を制御する制

[続葉有]

WO 03/085814 A1



式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 浜田 晴喜 (HAMADA, Haruki) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県 ひたちなか市 高場 2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内 Ibaraki (JP).

(81) 指定国 (国内): DE, JP, US.

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(74) 代理人: 作田 康夫 (SAKUTA, Yasuo); 〒100-8220 東京都 千代田区 丸の内一丁目 5 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

御部26とを備えたものにおいて、パワー半導体素子7と電氣的に接続されかつセラミック基板28を介してパワーモジュールベース27上に載置された検出導体11に設けられると共に、制御部26と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子43を有する磁気検出部47を有する電流検出器40をパワーモジュール16に設け、検出導体11とパワーモジュールベース27との相対的距離を検出電流用電極42とパワーモジュールベース27との相対的距離よりも大きくした。

## 明 細 書

## 電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体

## 技術分野

本発明は、負荷に供給される電力を制御する電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体に関する。

## 背景技術

負荷に電力を供給する電力システムでは、負荷に流れる負荷電流などに基づいて電力変換装置を制御し、負荷に供給される電力を制御している。このため、電力システムには、負荷に流れる負荷電流を検出するための電流検出器が設けられている。

従来、負荷に電力を供給する電力システム、例えば電気自動車、ハイブリッド自動車などの駆動源である電動機に蓄電池からの直流電力を交流電力に変換して供給する電動機駆動システムでは、例えば特開平 1 1 - 1 3 6 9 6 0 号公報に記載された電流検出器を、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置に備え、電動機に供給される電流を検出している。この従来の電流検出器は、電力変換装置の回路モジュールの出力導体であるブスバーに嵌着された環状の磁性コアのギャップにホール素子を収容したものであり、電力変換装置の回路モジュールを構成する冷却ブロックに嵌着されている。

また、最近では、例えば特開 2 0 0 1 - 2 2 1 8 1 5 号公報、特開 2 0 0 2 - 4 0 0 5 8 号公報に記載されているように、U 字状の導体の内側中央にホール素子を配置し、その部分に集中する磁束をホール素子に直接入力し、U 字状の導体に流れる電流を検出する電流検出器が提案

されている。この電流検出器は、U字状の導体及び樹脂成形体からなる第1部品と、ホール素子を含む半導体チップが固着された支持板、リード端子及び樹脂成形体からなる第2部品とが接着されて構成されている。

さらに、最近では、例えば特開2000-19199号公報に記載されているように、線対称又は点対称に電流経路を形成してその中心部の磁束密度が略一定となる位置にホール素子を配置し、小型かつ低価格で電流経路を流れる電流を検出する電流検出方法なども提案されている。

負荷に電力を供給する電力システム、例えば電気自動車、ハイブリッド自動車などの駆動源である電動機に蓄電池からの直流電力を交流電力に変換して供給する電動機駆動システムでは、電気自動車、ハイブリッド自動車などの電動車両の低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などから、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置の小型化及び低価格化が検討されている。

これを達成するためには、電力変換装置を構成する部品のうち、構成部品間の絶縁距離をとる必要がある高電圧部品、大電流の印加によって発熱する部品を小型化してこれらを集積化し、絶縁性及び放熱性に優れたモジュールを形成することが望ましく、近年、様々なモジュールが提案されている。最近では、前述した特開平11-136960号公報に記載のように、電流検出器を集積化したモジュールも提案されている。

しかしながら、特開平11-136960号公報に記載された電流検出器では磁性コアを必要とするので、冷却ブロックの大型化を招くことなく冷却ブロックの内部に電流検出器を設けることができない。すなわち磁性コアを用いた電流検出器では、通電導体に流れる電流を検出するにあたり、磁性コアが飽和しないようにギャップ幅などで磁束量を調節

したり、磁性コアの実効断面積を大きく、実効磁路長を短くしたり必要などがあり、磁性コアを小型化することが難しい。このため、冷却ブロックの内部に設置する場合には、冷却ブロックを大型化せざるを得なくなる。また、冷却ブロックの側壁に設ける場合でも、冷却ブロックの側壁を外側に突出させて磁性コアを設ける必要があり、冷却ブロックを大型化せざるを得ない。

#### 発明の開示

上記課題を解決するために本願の発明者らは、通電導体に電流が流れることによって生成される磁束をホール素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出する電流検出器の電力変換装置への適用に着目した。そこで、電流検出器の電力変換装置への取り付け方について検討した。

まず、例えば特開 2001-221815 号公報、特開 2002-40058 号公報に記載された電流検出器の電力変換装置への適用を検討した。この場合の電流検出器の電力変換装置への取り付け方としては、放熱用導電性部材上に半田で固着した絶縁基板上の電極に、半導体素子などと共に電流検出器の検出導体を半田で固着することが考えられる。しかし、上述の取り付け方では、放熱用導電性部材及び電流検出器の温度を半田の融点温度以上の温度に均一に上昇させて半田付けしなければならぬ。しかも、半田付け工程の温度プロファイルで半田の融点温度以上の温度を数分以上必要とする場合も多い。このため、上述の取り付け方では、ホール素子と樹脂成形体との線膨張係数の差によって生じる熱応力などによってホール素子に永久歪みが生じ、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

また、上述の電流検出器のように、ホール素子を含む半導体チップが

固着された支持板，リード端子及び樹脂成形体からなる部品を通電導体上にシート状の接着層或いは絶縁層を介して接着させる取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、接着層或いは絶縁層の厚さにバラツキが生じた場合、ホール素子と通電導体との間の間隔にバラツキが生じ、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

さらに、上述の電流検出器のように、通電導体に位置決めのための第1樹脂成形体を設け、ホール素子を含む半導体チップが固着された支持板，リード端子及び第2樹脂成形体からなる部品の第2樹脂成形体を第1樹脂成形体に組み合わせる取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、位置決め治具となる第1樹脂成形体の微細部分を高精度に樹脂成形しなければならない、歩留まりが低下して製造コストが上昇すると考えられる。

また、例えば特開2000-19199号公報に記載された電流検出方法のように、通電導体を線対称又は点対称に形成し、その中心部の磁束密度が略一定となる位置にホール素子を配置する取り付け方が考えられる。しかし、上述の取り付け方では、通電導体の配置の自由度が損なわれると考えられる。また、上述の取り付け方では、放熱用導電性部材上に半田で固着した絶縁基板上の電極を線対称又は点対称に形成すると、一方の電極に流れる電流が作る磁束が他方の電極に鎖交し、他方の電極に渦電流が流れる。これにより、他方の電極には渦電流による磁束が生成される。このため、上述の取り付け方では、他方の電極に流れた渦電流によって生成された磁束がホール素子で検出され、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

さらに、本願の発明者らは、電流検出器の電力変換装置への適用をさらに現実のものとすために検討を進めた。電力変換装置、例えば電気自

動車，ハイブリッド自動車向けのものでは、検出すべき電流が数百アンペアと大きく、電流検出器の検出用導体での抵抗損失が過大に発生するので、検出用導体の放熱が必要になってくる。この場合の電流検出器の取り付け方としては、放熱用導電性部材上に半田で固着された絶縁基板上の電極に、電力変換用半導体素子などと共に検出用導体を半田で固着することが考えられる。

しかし、上述の取り付け方では、検出用導体に流れる電流が作る検出磁束が放熱用導電性部材と鎖交するので、放熱用導電性部材に電磁気学で用いられる鏡像法（若しくは影像法）に基づく鏡像電流が流れる。一般に鏡像電流は、検出電流によって誘導された誘導電流（或いは渦電流ともいう）であり、検出電流の周波数と放熱用導電性部材の導電率及び透磁率の積の平方根に比例して放熱用導電性部材表面近傍を流れ、特に放熱用導電性部材の抵抗が極めて小さい場合、若しくは検出電流の周波数が極めて高い場合に放熱用導電性部材表面を対称面とした位置に検出電流と同じ大きさで逆方向に流れ、放熱用導電性部材周辺に磁束を生成する。従って、ホール素子は、検出用導体に流れる検出電流が生成した磁束に加えて鏡像電流による磁束を検出することになるので、特開 2000-19199 号公報に記載された電流検出方法と同じように、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。また、鏡像電流により生成される磁束は検出電流の周波数に応じて変化（周波数に依存）する特性をもっている。従って、ホール素子の検出結果が検出電流の周波数により変化し、電流検出器の検出精度が低下すると考えられる。

このように、通電導体で作る磁束をホール素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出する電流検出器の電力変換装置への適用にあたっては、電流検出器の検出精度が低下することが判明した。そこで、本願

の発明者らは、電流検出器の検出精度の低下を抑制することができる電流検出器の構成及び電力変換装置への取り付け方についてさらに検討を重ねた。その結果、電流検出器を電力変換装置に取り付けるのに望ましい電流検出器の取り付け方及び電流検出器の構成を発見することができた。

ここに、本発明は、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体を提供する。また、本発明は、小型でかつ高精度な電流検出が行える電流検出器を備えた電力変換装置及びそれを備えた電力システム並びに移動体を提供する。

上記電力変換装置は、絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子、及び電力制御用半導体素子に入力される或いは電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを有するものにおいて、電流検出器を、電力制御用半導体素子と電気的に接続されると共に、絶縁部材を介して導電性部材上に載置され、かつ絶縁部材を介して導電性部材上に積層された部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい部分を有する導体と、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、制御部と電気的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、導体が作る磁束を磁気検出用半導体素子に直接入力して導体に流れる電流を検出する電流検出器を電力変換装置に用いたので、従来よりも電流検出器を小型にでき、電流検出器を電力変換装置のパワーモジュール部の内部に設けることができる。従って、



上記電力変換装置によれば、電力変換装置の内部に電流検出器を設けるスペースが不要となるので、電力変換装置を小型化することができる。しかも、上記電力変換装置によれば、パワーモジュール部の大型化も抑制することができる。

また、上記電力変換装置によれば、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分に磁気検出部を設ける或いはその近傍に配置しているので、導体に流れる電流によって生成された磁束が導電性部材に鎖交し、導電性部材に渦電流（誘導電流）が流れることによって生成される磁束の影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。すなわち導体に流れる電流によって生成された磁束が導電性部材に鎖交する量は、導体に流れる電流によって生成された磁束と導電性部材の磁氣的な結合係数の大小によって変化する。これにより、渦電流（誘導電流）の大きさが上記結合係数の大きさに比例して変化する。このため、検出用導体と導電性部材との相対的距離が大きくなると、導体に流れる電流によって生成された磁束の漏れる量が増加して上記結合係数が小さくなる。これにより、渦電流（誘導電流）つまり鏡像電流が減少して、渦電流（誘導電流）が流れることによって生成される磁束の影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

上記電力変換装置において、磁気検出部が設けられた或いは磁気検出部の近傍に配置された導体部分は、導電性部材との相対的距離が電力制御用半導体素子と導電性部材との相対的距離よりも大きく、絶縁部材を介して導電性部材上に積層される導体部分よりも導電性部材から遠ざか

る方向に突出している。ここで、突出部分は、絶縁部材を介して導電性部材上に積層される導体部分から屈曲し、導電性部材から遠ざかる方向に延びるものである。或いは導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分からさらに屈曲して延びるものである。或いは導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分からさらに複数屈曲して、導電性部材上に至るものである。或いは絶縁部材を介して導電性部材上に積層される部分が導電性部材の載置面と平行な平面上において流す電流を、平面から遠ざかる方向に流して平面に近づく方向に流すものである。

上記電力変換装置において、絶縁部材を介して導電性部材上に積層される導体部分よりも導電性部材に対する相対距離が大きい導体部分に対応する導電性部材部分の厚みを他の部分の厚みよりも小さくすることにより、磁気検出部が設けられた或いは磁気検出部の近傍に配置された導体部分の導電性部材に対する相対的距離を、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも大きくすることができる。

上記電力変換装置において、磁気検出部は、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、或いは導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出できるように、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分に設けられる或いはその近傍に配置される。

上記電力変換装置において、絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分は、導電性部材に対して垂直で導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を

有しており、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、導電性部材及び導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に対して垂直で導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に対して平行になるように、導電性部材に対して垂直で導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に設けられる。或いは絶縁部材を介して導電性部材上に積層された導体部分よりも導電性部材に対する相対的距離が大きい導体部分は、導電性部材に対して平行に延びる部分を有しており、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、導電性部材に対して平行に延びる導体部分に対して垂直かつ平行になるように、導電性部材に対して平行に延びる導体部分に設けられる。

上記電力変換装置は、導体を介して負荷或いは電力供給手段と電氣的に接続された電力制御用半導体素子を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、導体に設けられた電流検出器とを有するものにおいて、電流検出器を、磁気検出用半導体素子と、磁気検出用半導体素子と制御部とを電氣的に接続する接続導体の一部とが樹脂で梱包された磁気検出部を有するものであり、磁気検出部の少なくとも一部が、導体に形成された窪みに収納されるものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、磁気検出部の少なくとも一部分を導体の窪みに収納しているので、磁気検出用半導体素子と導体との間の間隔を一定に保つことができる。従って、上記電力変換装置によれば、磁気検出用半導体素子と導体との間にバラツキを生じることがないので、電流検出器の検出精度の低下を防止することができる。また、上記電力変換装置によれば、磁気検出部の少なくとも一部分を導体の窪みに収納しているので、位置決めが簡単に行うことができる。従って、上記電力変換

装置によれば、歩留まりの低下を抑制することができ、電力変換装置の製造コストの上昇を抑えることができる。

上記電力変換装置において、導体は、負荷或いは電力供給手段に電氣的に接続された配線がネジの締め付けによって電氣的に接続された端子台の電極とパワーモジュール部或いは制御部とを電氣的に接続する端子台の引出電極であり、引出電極には窪みが形成されている。

上記電力変換装置は、電力制御用半導体素子、及び電力制御用半導体素子に入力される或いは電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有するものにおいて、電流検出器を、電力制御用半導体素子と電氣的に接続された導体と、導体に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、導体で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、導体で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するので、導電性部材に生じる誘導電流によって生成され、検出電流の周波数に依存する磁束が電流検出器の検出結果に与える影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。すなわち導電性部材に対して平行な成分をもつ直線的な検出電流が流れると、その平行な成分に対して平行で逆向きの誘導電流が導電性部材に流れて磁束を生成する。誘導電流によ

る磁束は、導電性部材に対して垂直で誘導電流に対して直交する平面に対して平行な成分であり、導電性部材或いは誘導電流に対して平行な成分を持たない。従って、導体で生成される磁束のうち、導電性部材或いは誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出すれば、周波数依存特性を持つ誘導電流の影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を有しており、磁気検出部は、導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出する。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材に対して垂直で導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を有しており、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、導電性部材及び導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に対して垂直かつ導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に対して平行になるように、導電性部材に対して垂直で導電性部材から遠ざかる方向に延びる導体部分に設けられる。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材に対して平行に延びるものであって、少なくとも第 1 及び第 2 の屈曲部を有するものであり、磁気検出部は、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる電気誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出する。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材に対して平行に延びるものであって、少なくとも第 1 及び第 2 の屈曲部を有するものであり、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分及び導電性部材に対して垂直で第 1 の屈

曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分に対して平行になるように、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分に設けられる。

上記電力変換装置は、電力制御用半導体素子、及び電力制御用半導体素子に入力される或いは電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有するものにおいて、電流検出器を、電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、導電性部材に対して平行に延び、かつ少なくとも第 1 及び第 2 の屈曲部を有する導体と、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するので、導電性部材に生じる誘導電流によって生成され、検出電流の周波数に依存する磁束が電流検出器の検出結果に与える影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。すなわち導電性部材に対して平行に延びる導体に少なくとも第 1 及び第 2 の屈曲部を形成することにより、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分近傍の導電性部材に流れる誘導電流を、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分に対してほぼ直交するように交差して流

することができる。誘導電流によって生成される磁束は、導電性部材に対して垂直で誘導電流に対して直交する平面に対して平行な成分であり、導電性部材に対して垂直で誘導電流に対して平行な平面に対して平行な成分を持たない。従って、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出すれば、導電性部材上において導体が導電性部材に対して平行に延びるものであっても、周波数依存特性を持つ誘導電流の影響を抑制して導体に流れる電流を検出することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

上記電力変換装置において、導体は、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分である第1の導体部と、第1の導体部から第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、第1の導体部から第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、磁気検出部は、第1の導体部で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出する。

上記電力変換装置において、導体は、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分である第1の導体部と、第1の導体部から第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、第1の導体部から第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、第1の導体部及び導電性部材に対して垂直で第1の導体部に対して平行になるように、第1の導体部に設けられる。

上記電力変換装置は、電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流

を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有するものにおいて、電流検出器を、電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、少なくとも第1及び第2の屈曲部を有する導体と、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するので、導電性部材に生じる誘導電流によって生成され、検出電流の周波数に依存する磁束が電流検出器の検出結果に与える影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。すなわち導電性部材に対して平行な成分をもつ直線的な検出電流が流れると、その平行な成分に対して平行で逆向きの誘導電流が導電性部材に流れて磁束を生成する。誘導電流による磁束は、導電性部材に対して垂直で誘導電流に対して直交する平面に対して平行な成分であり、導電性部材或いは誘導電流に対して平行な成分を持たない。従って、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材或いは誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出すれば、周波数依存特性を持つ誘導電流の影響を抑制することができる。従って、上



記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

上記電力変換装置において、導体は、第1の屈曲部と第2の屈曲部との間の導体部分であって、導電性部材に対して垂直に延びる第1の導体部と、第1の導体部から第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、第1の導体部から第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、磁気検出部は、第1の導体部で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出する。

上記電力変換装置において、第2の導体部と第3の導体部は、第1の導体部に対して直角に屈曲したものであって、互いに異なる方向に延びるものである。具体的には、第2の導体部と第3の導体部が、互いに相反する方向に延びるもの或いは第3の導体部が、第2の導体部に対して鈍角 ( $90^\circ < \theta < 180^\circ$  の範囲) でずれた方向に延びるものである。前者の場合、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子が、第1の導体部で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、第1の導体部の軸線を交点として第2の導体部及び第3の導体部に対して垂直な平面上に配置される。

後者の場合、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子が、第1の導体部で生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、第1の屈曲部を交点として第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、第1の導体部を含む第3の導体部側の空間に配置される。或いは磁気検出用半導体素子が、第1の導体部で

生成された磁束のうち、導電性部材或いは導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、第1の屈曲部を交点として第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、第1の導体部を含む第3の導体部側の空間と、第2の屈曲部を交点として第3の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、第1の導体部を含む第2の導体部側の空間との重複する空間に配置される。

上記電力変換装置は、電力制御用半導体素子、及び電力制御用半導体素子に入力される或いは電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有するものにおいて、電流検出器を、電力制御用半導体素子と電氣的に接続された導体と、導体に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、導体で生成される磁束のうち、導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出するものから構成することにより達成することができる。

上記電力変換装置によれば、導体で生成される磁束のうち、導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を磁気検出部で検出するので、導電性部材に流れる誘導電流によって生成され、検出電流の周波数に依存する磁束が電流検出器の検出結果に与える影響を抑制することができる。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。すなわち導電性部材に流れる誘導電流によって生成される磁束は、導体から導電性部材に対して垂直に交

わる垂線に対して垂直な成分に比べ、垂線に対して平行な成分の方が小さい。従って、導体で生成される磁束のうち、導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出すれば、誘導電流によって生成される磁束の影響を受け難い。従って、上記電力変換装置によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材から遠ざかる方向に突出する部分を有しており、磁気検出部は、導電性部材から遠ざかる方向に突出する導体部分で生成される磁束のうち、導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出する。

上記電力変換装置において、導体は、導電性部材から遠ざかる方向に突出して導電性部材に対して平行な部分を有しており、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、導電性部材に対して平行であって、導電性部材から遠ざかる方向に突出して導電性部材に対して平行な導体部分に対して垂直かつ平行になるように、導電性部材から遠ざかる方向に突出して導電性部材に対して平行な導体部分に設けられる。

上記電力システムは、電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものにおいて、電力変換装置を、上記いずれかに記載の電力変換装置から構成することにより達成することができる。上記電力システムによれば、電力システムの電力変換装置として、小型でかつ高精度な電力制御が行える上述の電力変換装置を用いたので、電力システムのシステム構成の小型化、電力システムの低価格化、電力システムの信頼性の向上などを図ることができる。

上記電力システムは具体的には、電力供給手段である電力発生手段（例えば太陽電池或いは燃料電池）から供給された直流電力を電力変換装置で交流電力に変換し、負荷である電力系統に供給する発電システム

である。或いは電力供給手段である電力系統から供給された交流電力を電力変換装置で所定の交流電力或いは直流電力に変換し、負荷である電気負荷（例えば回転電機）に供給して電気負荷を駆動させる駆動システムである。或いは電力供給手段である蓄電手段（例えばバッテリー）から供給された直流電力を電力変換装置で交流電力に変換し、負荷である電気負荷（例えば回転電機）に供給して電気負荷を駆動させる駆動システムなどである。

上記移動体は、胴体と、胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、被駆動体を駆動する電動機と、電源から電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備えたものにおいて、電力変換装置を、上記いずれかに記載の電力変換装置から構成することにより達成することができる。上記移動体によれば、移動体の電力変換装置として、小型でかつ高精度な電力制御が行える上述の電力変換装置を用いたので、移動体の低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

上記移動体は、電気自動車、ハイブリッド自動車、電動四輪駆動車などの電動車両であって、外部電源或いは内部電源（バッテリー）から供給された直流電力を上記電力変換装置で交流電力に変換し、胴体（車両）に設けられた被駆動体（車輪）を駆動する電動機に供給して電動機を駆動し、被駆動体（車輪）を駆動する電機駆動システムを搭載したものである。或いは自動車であって、外部電源或いは内部電源（バッテリー）から供給された直流電力を上記電力変換装置で交流電力に変換し、胴体（車両）に設けられた被駆動体（コンプレッサ、スリアリング装置、ブレーキ装置）を駆動する電動機に供給して電動機を駆動し、被駆動体

(コンプレッサ，ステアリング装置，ブレーキ装置)を駆動する電動エアコンシステム，電動パワーステアリングシステム，電動ブレーキシステムなどの電機駆動システムを搭載したものである。

上記電力変換装置は、車両の運転操作機器が収納された運転室，内燃機関が収納された機関室，物品を載置できる荷台，前後輪の少なくとも一部の周囲を覆う部分のいずれかに設置されている。

さらに、上記電力変換装置の好ましい実施態様について説明する。

上記電力変換装置において、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子と、磁気検出用半導体素子と前記制御部とを電氣的に接続する端子部材の少なくとも一部分とが樹脂で梱包されたものであることが好ましい。磁気検出部が設けられた導体部分には、磁気検出部の少なくとも一部分を収納する窪みが設けられて、磁気検出部の少なくとも一部分が収納されていることが好ましい。端子部材は導体に対して遠ざかる方向に引き出されていることが好ましい。磁気検出部の窪みとの非対向部分には固定治具が接着層を介して当てがわれ、磁気検出部を固定していることが好ましい。固定治具は、導体が磁気検出部の窪みとの非対向部分に突出したものであることが好ましい。或いは樹脂を成形して形成した成形品であると共に、導体と噛み合い、かつ導体側から磁気検出部の窪みとの非対向部分側に突出して磁気検出部を固定するものであることが好ましい。若しくは樹脂を成形して形成した成形品であると共に、端子部材と電氣的に接続された電極部材が挿入され、かつ電極部材の一部が、ワイヤのボンディングが可能なように外部に露出したものであることが好ましい。また、固定治具は、導体側から磁気検出部側に突出して端子部材を固定するものであることが好ましい。

上記電力変換装置において、磁気検出部は、基板上に固定された磁気

検出用半導体素子と、制御部に電氣的に接続された端子部材とが基板上で電氣的に接続されたものであることが好ましい。磁気検出部が設けられた導体部分には、磁気検出部の少なくとも一部分を収納する窪みが設けられて、磁気検出部の少なくとも一部分が収納されていることが好ましい。磁気検出部の窪みとの非対向部分の少なくとも2箇所には固定治具が接着層を介して当てがわれ、磁極検出部を固定していることが好ましい。固定治具は、導体が基板の窪みとの非対向部分に突出したものであることが好ましい。

上記電力変換装置において、磁気検出部は、磁気検出用半導体素子と、磁気検出用半導体素子及び制御部に電氣的に接続されると共にワイヤボンディングが可能な電極部材とが、電極部材が外部に露出するように樹脂で梱包されたものであることが好ましい。

上記電力変換装置において、磁気検出部の近傍に配置された他の導体と磁気検出部との相対的距離は、導体と磁気検出部との相対的距離よりも大きいことが好ましい。導体の磁気検出部が近接する部分の通電面積は導体のその他の部分の通電面積よりも小さいことが好ましい。

上記電力変換装置において、制御部は、電流検出器の検出精度を校正させる手段を有することが好ましい。校正手段は、電力制御用半導体素子の制御に必要な演算を実行する計算機であることが好ましい。計算機は、基準電流を導体に流して電流検出器から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて、電流検出器に入力すべく校正信号を生成することが好ましい。校正信号は、信号の昇圧或いは降圧が可能な回路を介して電流検出器に入力されることが好ましい。また、制御部は、校正信号及び電流検出器の検出結果を外部に出力する手段を有することが好ましい。また、校正手段は、電力制御用半導体素子の制御に必要な演算を実

行する第1計算機と、第1計算機と電氣的に接続された第2計算機であることが好ましい。第1計算機は、基準電流を前記導体に流して電流検出器から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて、電流検出器に入力すべく第1校正信号を生成し、第2計算機は、基準電流を導体に流して電流検出器から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて第2校正信号を生成すると共に、第2校正信号と第1校正信号とを比較して第1校正信号が偽信号と判断した場合、第1校正信号に代えて第2校正信号を電流検出器に出力することが好ましい。第1校正信号或いは第2校正信号は、信号の昇圧或いは降圧が可能な回路を介して電流検出器に入力されることが好ましい。また、制御部は、第1校正信号或いは第2校正信号を外部に出力する手段を有することが好ましい。また、制御部は、電流検出器の検出精度を校正させるべく校正信号を外部から入力する手段を有することが好ましい。

上記電力変換装置において、磁気検出部は、少なくとも2個設けられることが好ましい。磁気検出部の他方は、磁気検出部の一方のバックアップ用として設けられたものであり、磁気検出部の一方と対称となるように設けられることが好ましい。

上記電力変換装置において、電流検出器は、少なくとも2個設けられることが好ましい。電流検出器の一方は、導体に流れる電流を検出するものであり、電流検出器の他方は、電流検出器の一方の磁気検出用半導体素子と同方向に向く磁気検出用半導体素子を備えて電流検出器の一方の近傍に設けられたものであることが好ましい。また、電流検出器の他方は、外部から放射された磁気を検出するものであり、制御部は、電流検出器の他方の検出結果に基づいて電流検出器の一方の検出結果を補正することが好ましい。

上記電力変換装置において、導電性部材は、半導体モジュール及び制御部を収納する金属製の筐体であることが好ましい。或いは電力変換用半導体素子を実装された絶縁基板の導電体箔であることが好ましい。若しくは電力制御用半導体素子と電氣的に接続された他の導体であることが好ましい。又は絶縁部材を介して電力制御用半導体素子が積層された金属製のベースであることが好ましい。金属製のベースは、電力制御用半導体素子及び導体の発熱を外部或いは冷却器に放出する放熱部材であることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第2図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第3図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第4図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1相分）の内部構成を示す平面図である。

第5図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1相分）の内部構成を示すものであり、第4図のA-A'断面を示す断面図である。

第6図は、本発明の第1実施例である電力変換装置のパワーモジュール（1相分）の電氣的な回路構成を示す回路図である。

第7図は、本発明の第1実施例である電力変換装置の内部構成を示す断面図である。



第8図は、本発明の第1実施例である電力変換装置が適用された電気自動車の電動機駆動システムの構成を示すシステムブロック図である。

第9図は、本発明の第1実施例である電力変換装置が適用された電動機駆動システムを搭載する電気自動車の概略構成を示すブロック図である。

第10図は、本発明の第2実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第11図は、本発明の第2実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第12図は、本発明の第2実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第13図は、本発明の第3実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第14図は、本発明の第3実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第15図は、本発明の第3実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第16図は、本発明の第4実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第17図は、本発明の第4実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第18図は、本発明の第4実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第19図は、本発明の第5実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第20図は、本発明の第5実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第21図は、本発明の第6実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第22図は、本発明の第6実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示すものであり、第21図のB-B'断面を示す断面図である。

第23図は、本発明の第7実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第24図は、本発明の第7実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第25図は、本発明の第7実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第26図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の端子台に設けられた電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第27図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の端子台に設けられた電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第28図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す正面平面図である。

第29図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す上面平面図である。

第30図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の端子台の構成を示す側面平面図である。

第31図は、本発明の第8実施例である電力変換装置の構成を示す断面図である。

第32図は、本発明の第9実施例である電力変換装置の構成を示す断面図である。

第33図は、本発明の第10実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す斜視図である。

第34図は、本発明の第10実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す一部断面の側面平面図である。

第35図は、本発明の第10実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第36図は、本発明の第10実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第37図は、本発明の第10実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第38図は、本発明の第11実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す斜視図である。

第39図は、本発明の第11実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す一部断面の側面平面図である。

第40図は、本発明の第12実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す斜視図である。

第41図は、本発明の第13実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第42図は、本発明の第13実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第43図は、本発明の第13実施例である電力変換装置のパワーモジ

ジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第44図は、本発明の第14実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第45図は、本発明の第14実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第46図は、本発明の第14実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第47図は、本発明の第15実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す正面平面図である。

第48図は、本発明の第15実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す上面平面図である。

第49図は、本発明の第15実施例である電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す側面平面図である。

第50図は、本発明の第16実施例であり、第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムが搭載されたハイブリッド自動車の概略構成を示すブロック図である。

第51図は、本発明の第17実施例であり、第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムが搭載された電動四駆式の自動車の概略構成を示すブロック図である。

第52図は、本発明の第18実施例であり、第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムが搭載された自動車の概略構成を示すブロック図である。

第53図は、本発明の第19実施例であり、第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置を適用した太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

第54図は、本発明の第20実施例であり、第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電力システムの構成を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

電力変換装置は、負荷に供給される電力を制御するものであり、例えば交流電力を直流電力に変換する整流装置、直流電力を交流電力に変換するインバータ装置、整流装置とインバータ装置とを組み合わせであって、入力された直流電力を所望の直流電力に変換するDC-DCコンバータ装置などがある。以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

##### 〔実施例1〕

本発明の第1実施例を第1図乃至第9図に基づいて説明する。本実施例では、電動機を唯一の駆動源とする電気自動車の電動機駆動システムに適用されると共に、蓄電手段であるバッテリーから出力された直流電力を3相交流電力に変換して電動機に供給する電力変換装置（インバータ装置）を例にとり説明する。

第9図は、本実施例の電力変換装置が適用された電動機駆動システムを搭載する電気自動車の概略構成を示す。図において18は車体である。車体18の前部には、車軸20と、車軸20の両端に取り付けられた車輪19a、19bとを有してなる前輪が回転可能に取り付けられている。車体18の後部には、後輪は、車軸22と、車軸22の両端に取り付けられた車輪21a、21bとを有してなる後輪が回転可能に取り付けられている。

車軸20にはギア23を介して電動機5が機械的に接続されている。電動機5には電力変換装置24が電氣的に接続されており、バッテリー6

から供給された直流電力が3相交流電力に変換されて供給される。電力変換装置24には上位制御装置25が電氣的に接続されており、アクセルの踏込みに対応する指令信号などが入力される。

第8図は、本実施例の電力変換装置が適用された電気自動車の電動機駆動システムのシステム構成を示す。本実施例の電力変換装置は、PWM信号（パルス・ワイド・モジュレーション信号）に基づいてパワー半導体素子7のスイッチング動作（ON・OFF動作）を制御し、バッテリー6から出力された直流電力を3相交流電力に変換して電動機5に供給するパルス幅変調方式のものであり、パワーモジュール16及び制御部26から構成されている。

パワーモジュール16は、バッテリー6から出力された直流電力を3相交流電力に変換する変換部であり、パワー半導体素子7及び電流検出器40を有する。パワー半導体素子7には、IGTBとダイオード素子との組み合わせからなるスイッチング素子或いはMOS-FETからなるスイッチング素子を用いている。電流検出器40は、通電導体が作る磁束を磁気検出用半導体素子に直接入力して通電導体に流れる電流を検出するものであり、パワー半導体素子7によって変換された3相交流電力の各相（u相，v相，w相）の電流を検出するために、各相毎に設けられている。

制御部26は、パワーモジュール16に設けられたパワー半導体素子7のスイッチング動作（ON・OFF動作）を上位制御装置25の指令信号などに基づいて制御する部分であり、ドライブ回路8，計算機9，制御電源36及びインターフェース回路37を有する。

インターフェース回路37は、アクセルの踏込みに対応する指令信号など上位制御装置25から出力された指令信号を受信するものであり、

上位制御装置 25 から入力ポート 38 を介して入力された指令信号を受信する通信用レシーバ IC 39A と、通信用レシーバ IC 39A から出力された信号を絶縁するフォトカプラ 39B とを有する。

計算機 9 は、マイコンチップに代表される演算処理用素子で構成されたものであり、インターフェース回路 37 から出力された信号、電流検出器 40 から出力された検出信号などに基づいて演算処理を行い、PWM 制御信号を生成して出力するものである。

ドライブ回路 8 は、計算機 9 から出力された PWM 制御信号を昇圧若しくは降圧し、パワーモジュール 16 に設けられたパワー半導体素子 7 のスイッチング動作（ON・OFF 動作）を制御するドライブ信号としてパワーモジュール 16 に出力するものである。

制御電源 36 は、ドライブ回路 8，計算機 9，電流検出器 40 及びインターフェース回路 37 に駆動電力を供給するものであり、バッテリー 6 から供給された直流電力の電圧値を昇圧或いは降圧させるための電圧制御用素子であるレギュレータ IC と、レギュレータ IC の出力を安定化させるための容量素子であるコンデンサと、バッテリー 6 から絶縁した電源を作り出すための電圧制御用素子であると共に、一次巻線及び二次巻線を有するトランスと、トランスの一次巻線の電圧を二次巻線の電圧に基づいて変化させる手段と、トランスの二次巻線の出力を平滑化させるための整流素子及び容量素子であるダイオード及びコンデンサ 3 とを有する。

バッテリー 6 から供給された直流電力は、直流用の端子台 35A に保持された直流用のブスバー 31A を介してパワーモジュール 16 に入力される。一方、上位制御装置 25 からアクセルの踏み込みに対応する指令信号などが制御部 26 に入力され、インターフェース回路 37 を介して計

算機 9 に、電流検出器 40 から出力された検出信号などと共に入力される。計算機 9 では、入力された信号に基づいて演算処理を実行し、PWM 制御信号を生成し、ドライブ回路 8 に出力する。ドライブ回路 8 では、PWM 制御信号を昇圧若しくは降圧した後、ドライブ信号としてパワーモジュール 16 に入力する。これにより、パワー半導体素子 7 のスイッチング動作が制御され、パワーモジュール 16 に入力された直流電力が 3 相交流電力に変換される。変換された 3 相交流電力は、交流用の端子台 35B に保持された交流用のブスバー 31B を介して電動機 5 に供給される。電動機 5 は、供給された 3 相交流電力によって駆動される。

第 4 図、第 5 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた 1 相分のパワーモジュールの構成を示す。第 6 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた一相分のパワーモジュールの電気的な回路構成を示す。第 7 図は本実施例の電力変換装置の全体構成を示す。

図において 30 は電力変換装置ケースである。電力変換装置ケース 30 内にはパワーモジュール 16 及び制御部 26 が収納されている。パワーモジュール 16 は、パワーモジュールベース 27 及びこの周縁に沿って立設するモジュールケース 29 から構成された器体が電力変換装置ケース 30 の底壁上に 3 相分並設されたものである。

パワーモジュールベース 27 上には、平板状の絶縁部材であるセラミックス基板 28 が 3 つ設けられている。セラミックス基板 28 は、パワーモジュールベース 27 側の面に固着された積層銅箔製の電極 52 を介してパワーモジュールベース 27 上に半田 51 によって固着されている。セラミックス基板 28 のパワーモジュールベース 27 側とは反対側の面には、積層銅箔製の電極 52 によって形成された配線パターン（或いはアームという）が固着されている。セラミックス基板 28 の 3 つのうち



の2つのパワーモジュールベース27側とは反対側の面に固着された電極52の上にはパワー半導体素子7が半田51によって固着されている、これにより、正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体が形成されている。正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体は、パワーモジュールベース27上において対向するように配置されている。正極側の変換回路及び負極側の変換回路を構成する積層体には、それぞれIGBT7Aとダイオード素子7Bとを電氣的に並列接続してなるパワー半導体素子7が2つ電氣的に並列接続されるように実装されている。

正極側の変換回路を構成する積層体では、IGBT7Aのコレクタとダイオード素子7Bのカソードがコレクタ1のアームに、IGBT7Aのエミッタとダイオード素子7Bのアノードがエミッタ1のアームに、IGBT7Aのゲートがゲート1のアームにそれぞれ電氣的に接続されている。コレクタ1のアームには直流用正極側の接続端子11が電氣的に接続されている。エミッタ1のアームには電流検出器40が電氣的に接続されている。

負極側の変換回路を構成する積層体では、IGBT7Aのコレクタとダイオード素子7Bのカソードがコレクタ2のアームに、IGBT7Aのエミッタとダイオード素子7Bのアノードがエミッタ2のアームに、IGBT7Aのゲートがゲート2のアームにそれぞれ電氣的に接続されている。エミッタ2のアームには直流用正極側の接続端子12が電氣的に接続されている。コレクタ2のアームには電流検出器40が電氣的に接続されている。

セラミック基板28の残りの1つは、正極側の変換回路を構成する積層体と負極側の変換回路を構成する積層体との一方端側に配置されてい

る。セラミック基板 28 の残りの 1 つのパワーモジュールベース 27 側とは反対側の面に固着された電極 52 の上には電流検出器 40 が半田 51 によって固着されている。これにより、電流検出器 40 を実装する積層体が形成されている。尚、電流検出器 40 の具体的な構成については後述する。

パワーモジュール 16 の電流検出器 40 側とは反対側には、直流用正極側のブスバー 31A と機械的に接続される正極側の接続端子 11 と、直流用負極側のブスバー 31A と機械的に接続される負極側の接続端子 12 が設けられている。パワーモジュール 16 の電流検出器 40 側には、交流用 1 相分のブスバー 31B と機械的に接続される 1 相分の接続端子 13 が設けられている。

パワーモジュール 16 の上方には、平板状の絶縁部材である制御基板 55 が配置されている。制御基板 55 の両面には積層銅箔製の電極が固着されており、制御部 26 を構成するドライブ回路 8、計算機 9、制御電源 36 及びインターフェース回路 37 が電氣的に接続されている。また、制御基板 55 には、バッファ回路 72 及び外部接続端子 73、パワーモジュール 16 から上方に突出するパワー半導体素子 7 の制御端子 15 及び電流検出器 40 の接続端子 44 が電氣的に接続されている。

電力変換装置ケース 30 の底壁の収容体と対応する部分には冷却器 34 が設けられている。冷却器 43 は、冷却媒体である冷却水が流れる冷却水路である。これにより、パワー半導体素子 7 の発熱はセラミックス基板 28、パワーモジュールベース 27 を介して冷却器 34 に熱伝達され、冷却器 34 を流通する冷却水によって冷却される。尚、本実施例では、冷却器 43 として冷却水路を用いた場合について説明したが、冷却媒体である冷却空気との熱交換が可能な放熱部材（冷却フィン）を用

いてもよい。

制御基板 5 5 の上方には、容量素子であるコンデンサ 3 が設けられている。コンデンサ 3 は、パワー半導体素子 7 のスイッチング動作による直流電圧の変動を抑制するために設けられているものであり、直流用正極側のブスバー 3 1 A と直流用負極側のブスバー 3 1 A との間に電氣的に接続されている。コンデンサ 3 には電界コンデンサを用いているが、上記機能を果たすことができる容量素子であればそれに限定される必要はない。

接続端子 1 1 とコレクタ 1 のアームとの電氣的な接続、接続導体 1 2 とエミッタ 2 のアームとの電氣的な接続、パワー半導体素子 7 の極と各アームとの電氣的な接続、電流検出器 4 0 とエミッタ 1 のアーム、コレクタ 2 のアーム及び接続端子 1 3 との電氣的な接続には、接続部材であるアルミワイヤ 3 2 によるワイヤボンディング方式が用いられている。

第 1 図乃至第 3 図は、本実施例の電力変換装置のパワーモジュールに内蔵された電流検出器の構成を示す。電流検出器 4 0 は、パワー半導体素子 7 によって変換されると共に、電動機 5 に供給される交流電力の電流を検出するものであり、磁気検出部 4 7、検出導体 4 1 及び検出電流用電極 4 2 から構成されている。磁気検出部 4 7 は、検出精度を校正する機能を有するものであり、磁気検出用半導体素子 4 3 と、磁気検出用半導体素子 4 3 と電氣的に接続された接続端子 4 4、すなわち電源端子 6 5、信号端子 7 0 及び校正端子 7 1 の一部とをモールド樹脂 4 5 によって覆われて構成されている。磁気検出用半導体素子 4 3 にはホール素子を用いている。

電源端子 6 5 は、磁気検出用半導体素子 4 3 の駆動用電力を磁気検出用半導体素子 4 3 に供給する接続端子 4 4 であり、制御部 2 6 の制御電

源 3 6 と電氣的に接続されている。信号端子 7 0 は、磁気検出用半導体素子 4 3 で検出された結果を伝送する接続端子 4 4 であり、制御部 2 6 の計算機 9 と電氣的に接続されている。校正端子 7 1 は、検出精度校正用の校正信号を磁気検出用半導体素子 4 3 に伝送する接続端子 4 4 であり、バッファ回路 7 2 を介して制御部 2 6 の計算機 9 と電氣的に接続されている。制御部 2 6 の計算機 9 から出力された校正信号はバッファ回路 7 2 で昇圧或いは降圧される。また、電源端子 6 5、信号端子 7 0 及び校正端子 7 1 は外部接続端子 7 3 と電氣的に接続されおり、磁気検出用半導体素子 4 3 の駆動用電力及び磁気検出部 4 7 の検出精度校正用の校正信号を外部から受けたり、磁気検出用半導体素子 4 3 で検出された結果を外部に供給したりすることができる。

検出電流用電極 4 2 は平板状の導電性部材であり、セラミックス基板 2 8 のパワーモジュールベース 2 7 側とは反対側の面に固着された電極 5 2 上に 2 つ、間隔をあけて対向配置され、電極 5 2 上に半田 5 1 によって固着されている。検出電流用電極 4 2 の一方が固着された電極 5 2 と、検出電流用電極 4 2 の他方が固着された電極 5 2 は電氣的に非導通である。

検出導体 4 1 は、検出電流である負荷電流 1 0 が流れ、磁気検出部 4 7 に検出されるべく磁束を形成する導電性部材であり、検出電流が作る磁束の密度が所定の位置で所定の強さになるよう効率良く集中させかつ所定の位置近傍で磁束密度の変化が緩やかな領域を生成できるように、細長くかつ往復電流が近接し流れるように形成され、間隔をあけて対向配置された検出電流用電極 4 2 に電氣的及び機械的に接続されている。

具体的には、検出導体 4 1 は、検出電流用電極 4 2 の一方に垂直に立設する部分、検出電流用電極 4 2 の他方に垂直に立設する部分、検出電

流用電極 42 と平行であり、垂直に立設する部分間を電氣的及び機械的に接続する部分から逆凹状に、すなわちセラミックス基板 28 を介してパワーモジュールベース 27 上に積層された検出電流用電極 42 よりもパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向（或いはパワーモジュールベース 27，セラミックス基板 28 及び検出電流用電極 42 の積層方向でパワーモジュールベース 27 から検出電流用電極 42 に向う方向若しくは上方）に突出するように形成されている。

このように形成された検出導体 41 においては、検出電流用電極 42 に流れる検出電流（パワーモジュールベース 27 の載置面と平行な平面上において流れる検出電流）が、パワーモジュールベース 27（パワーモジュールベース 27 の載置面と平行な平面）から遠ざかる方向（或いはパワーモジュールベース 27，セラミックス基板 28 及び検出電流用電極 42 の積層方向でパワーモジュールベース 27 から検出電流用電極 42 に向う方向若しくは上方）に流れ、パワーモジュールベース 27（パワーモジュールベース 27 の載置面と平行な平面）に近づく方向（或いはパワーモジュールベース 27，セラミックス基板 28 及び検出電流用電極 42 の積層方向で検出電流用電極 42 からパワーモジュールベース 27 に向う方向若しくは下方）に流れる。

検出導体 41 のパワーモジュールベース 27 との相対的距離はパワー半導体素子 7 のパワーモジュールベース 27 との相対的距離よりも大きい。また、検出導体 41 は、セラミックス基板 28 を介してパワーモジュールベース 27 上に積層された検出電流用電極 42 よりもパワーモジュールベース 27 に対する相対的距離が大きい。

検出導体 41 の表面上において検出電流が流れる方向に直交する方向の一方側端部（逆凹状断面の一方側端部）には窪み 46（凹部）が設け

られている。窪み 46 には磁気検出部 47 の一部が、接続端子 44 が上方（或いはパワーモジュールベース 27，セラミックス基板 28 及び検出電流用電極 42 の積層方向でパワーモジュールベース 27 から検出電流用電極 42 に向う方向）に延びるように収納されている。本実施例では、磁気検出部 47 を一つ設けた場合について説明したが、検出導体 41 の表面上において検出電流が流れる方向に直交する方向の他方側端部（逆凹状断面の他方側端部）にもう一つ磁気検出部を同様に設けて、すなわち対称に設けてバックアップ用としてもよい。

磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分には接着層 50 を介して固定治具が 1箇所 に当てがわれている。固定治具は、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分に検出導体 41 が突出して形成されたアーム状の凸部 49 である。接着層 50 は、磁気検出部 47 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、磁気検出部 47 と凸部 49 とを接着させている。

電流検出器 40 の検出精度校正の校正信号は、基準電流を検出導体 41 に流して電流検出器 40 から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて計算機 9 で生成される。生成された校正信号は、バッファ回路 72 で昇圧或いは降圧されてから電流検出器 40 に入力される。

本実施例では、計算機 9 で校正信号を生成する場合について説明したが、計算機 9 とは別の計算機を設け、基準電流を検出導体 41 に流して電流検出器 40 から得られた結果と基準電流の値との比較に基づいて計算機 9 で第 1 校正信号を生成し、計算機 9 とは別の計算機では、基準電流を検出導体 41 に流して電流検出器 40 から得られた結果と基準電流

の値との比較に基づいて第2校正信号を生成すると共に、第2校正信号と第1校正信号とを比較して第1校正信号が偽信号と判断した場合、第1校正信号に代えて第2校正信号を電流検出器40に出力するようにしてもよい。

本実施例によれば、検出導体41が作る磁束を磁気検出用半導体素子43に直接入力して検出導体41に流れる電流を検出する電流検出器40を電力変換装置24に用いたので、従来よりも電流検出器40を小型にでき、電流検出器40を電力変換装置24のパワーモジュール16に内蔵することができる。従って、本実施例によれば、電力変換装置24の内部に電流検出器を設けるスペースが不要となると共に、交流用のブスバー31Bを短く或いは交流用のブスバー31Bを削除さらには交流用の端子台35Bをも削除し、電動機5に電力を供給する配線を直接、接続端子15に接続することができるので、電力変換装置24を小型化することができる。しかも、本実施例によれば、パワーモジュール16の大型化も抑制することができる。

また、本実施例によれば、検出導体41のパワーモジュールベース27に対する相対的距離を、セラミック基板28を介してパワーモジュールベース27上に載置された検出電流用電極42のパワーモジュールベース27に対する相対的距離よりも大きく（パワー半導体素子7のパワーモジュールベース27に対する相対的距離よりも大きく）なっているようにしているので、検出導体41に流れる電流によって生成された磁束がパワーモジュールベース27に鎖交し、パワーモジュールベース27に渦電流（誘導電流）が流れることによって生成される磁束の影響を抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度を向上させることができる。すなわち検出導体41に流れる電流に

よって生成された磁束がパワーモジュールベース 27 に鎖交する量は、検出導体 41 に流れる電流によって生成された磁束とパワーモジュールベース 27 との磁気的な結合係数の大小によって変化する。これにより、渦電流（誘導電流）の大きさが結合係数の大きさに比例して変化する。このため、検出導体 41 とパワーモジュールベース 27 との相対的距離が大きくなると、検出導体 41 に流れる電流によって生成された磁束の漏れる量が増加して結合係数が小さくなる。これにより、渦電流（誘導電流）つまり鏡像電流が減少して、渦電流（誘導電流）が流れることによって生成される磁束の影響を抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

尚、本実施例では、検出導体 41 とパワーモジュールベース 27 との相対的距離を検出電流用電極 42 とパワーモジュールベース 27 との相対的距離よりも大きく（パワー半導体素子 7 とパワーモジュールベース 27 との相対的距離よりも大きく）なるように構成する手段として、上述の検出導体 41 を備えた例をとり説明したが、検出導体 41 と対応するパワーモジュールベース 27 の部分に窪みを設けたり、その部分の厚みを他の部分より小さくしても、同様の効果の得ることができる。

また、本実施例によれば、磁気検出部 47 の少なくとも一部分を検出導体 41 に設けた窪み 46 に収納したので、磁気検出用半導体素子 43 と検出導体 41 との間の間隔を一定に保つことができる。従って、本実施例によれば、磁気検出用半導体素子 43 と検出導体 41 との間にバラツキを生じることがないので、電流検出器 40 の検出精度の低下を防止することができる。また、磁気検出部 47 の位置決めを簡単に行うことができる。従って、本実施例によれば、歩留まりの低下を抑制することができ、電力変換装置 24 の製造コストの上昇を抑えることができる。



また、本実施例によれば、磁気検出部 47 が設けられた検出導体 41 を検出電流用電極 42、セラミック基板 28 を介してパワーモジュールベース 27 上に載置させたので、電流の流通によって検出導体 41 や検出電流用電極 42 に発生する熱を、放熱部材であるパワーモジュールベース 27 を介して放熱することができる。従って、本実施例によれば、磁気検出部 47 への熱伝達を抑制することができ、磁気検出用半導体素子 43 をその仕様限界温度以上に上昇させることを防止することができる。これにより、熱による磁気検出用半導体素子 43 の性能の低下を抑制することができ、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。また、磁気検出用半導体素子 43 とモールド樹脂 45 との線膨張係数の差によって生じる熱応力などによって磁気検出用半導体素子 43 に生じる永久歪みを抑制することができ、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

また、本実施例によれば、所定位置の磁束密度を高めることができるので、検出電流以外からの磁束流入によるノイズ成分と検出成分との S/N 比を向上させることができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

また、本実施例によれば、熱変形に弱い磁気検出部 47 と検出導体 41 とを分けてパワーモジュール 16 に実装することが可能である。まず、パワー半導体素子 7 が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体 41 をセラミックス基板 28 の電極 52 に半田付けする。この後、検出導体 41 に形成された窪み 46 に磁気検出部 47 を差し込み、磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分に接着層 50 を介して凸部 49 を当てがって磁気検出部 47 を検出導体 41 に固定する。従って、本実施例によれば、半田プロセス

を避けて磁気検出部 47 を検出導体 41 に固定することができるので、半田プロセスの熱応力に対する磁気検出部 47 の信頼性及び検出精度の低下を抑えることができる。

また、本実施例によれば、検出精度の校正機能をもった電流検出器 40 を用いており、その校正を行わせる校正信号を計算機で生成しているので、電力変換装置 24 の組立時に生じる磁気検出部 47 と検出導体 41 との位置ズレによる検出誤差や制御電源 36 の誤差により生じる電流検出器 40 の検出誤差を計算機 9 で校正することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の初期不良によるパワーモジュール 16 及び電力変換装置 24 の歩留まりの低下を防ぐことができる。ここで、当然ながら検出精度の校正機能をもたない電流検出器 40 であっても、図示していないが制御部 26 に補正回路を別途用意するかもしくは計算機 9 を用いデジタル補正してもよい。

また、本実施例によれば、計算機 9 とは別の計算機を設け、計算機 9 の校正内容を検証させているので、電流検出器 40 の信頼性をさらに向上させることができる。

また、本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置 24 を提供することができるので、その電力変換装置 24 を用いた電気自動車の電動機駆動システムでは、システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。また、その電力変換装置 24 を用いた電気自動車では、電気自動車の低価格化、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

## 〔実施例 2〕

次に、本発明の第 2 実施例を第 10 図乃至第 12 図に基づいて説明す

る。第10図乃至第12図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第1実施例の変形例である。本実施例では、樹脂絶縁層と積層銅箔からなる積層配線54が複数積層されたプリント配線基板53上に磁気検出用半導体素子43が固着されると共に、磁気検出用半導体素子43と積層配線54とがアルミワイヤによって電氣的に接続され、かつ接続端子44と積層配線54とが電氣的に接続された磁気検出部47を備えている。磁気検出用半導体素子43はモールド樹脂45によって覆われている。

積層配線54は、例えば同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線54の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて配置する。或いは積層配線54の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線54が全域に渡り重なるように配置する。後者の場合、積層配線54間にチップコンデンサ56などの電子部品を搭載することができる。

検出導体41には、第1実施例と同様に窪み46が設けられている。窪み46には磁気検出部47の一部が、接続端子44が第1実施例と同様の方向に延びるように収納されている。

磁気検出部47の窪み46との非対向のプリント配線基板53部分には接着層50を介して固定治具が2箇所当てがわれている。固定治具は、プリント配線基板53の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部47の窪み46との非対向のプリント配線基板53部分に検出導体41が突出して形成されたアーム状の凸部49である。接着層50は、磁気検出部47を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、プリント配線基板53と凸部49とを接着させている。その他の構成は第1実施例と同様であり、

その具体的な説明は省略する。

本実施例によれば、第1実施例と同様の効果を達成できると共に、プリント配線板53の積層配線54と電氣的に接続された接続端子44の形状を自由に変更することができる。従って、本実施例によれば、制御部26の制御基板55との接続方式の自由度を向上することができ、例えばコネクタによる接続も容易に実施することができる。

また、本実施例によれば、同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線54の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて積層配線54を配置したり、積層配線54の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線54が全域に渡り重なるように配置したりするので、制御基板55の回路配線などで作られる電氣的な環状結線内に鎖交する磁束（ノイズ）を低減することができ、磁気検出用半導体素子43の近接にチップコンデンサ56などのノイズ対策部品を配置することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度を向上させることができる。

### 〔実施例3〕

次に、本発明の第3実施例を第13図乃至第15図に基づいて説明する。第13図乃至第15図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第1実施例の変形例である。本実施例では、第1実施例と同様に構成された磁気検出部47を有し、この一部を、接続端子44が第1実施例と同様の方向に延びるように、第1実施例と同様に設けられた検出導体41の窪み46に収納している。

検出導体41には、凹凸部58を有する略コ字状の樹脂成形体57の下片部分が、検出導体41の磁気検出部47側とは反対側から検出導体41の空洞部に挿入され、検出導体41の検出電流用電極42と平行な

部分を挟み込むように検出導体 41 と噛み合っている。樹脂成形体 57 の下片部分の先端には爪部 59 が形成されている。爪部 59 の爪状突起部は、磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分に接着層 50 を介して当てがわれ、磁気検出部 47 を固定している。樹脂成形体 57 の上片部分の先端には接続端子 44 が嵌め込み可能な凹部が形成されている。樹脂成形体 57 の上片部分の先端の凹部には接続端子 44 が嵌め込まれ、接続端子 44 を支持している。樹脂成形体 57 は磁気検出部 47 の固定治具である。その他の構成は第 1 実施例と同様であり、その具体的な説明は省略する。

このように構成された電流検出器 40 では、パワー半導体素子 7 が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体 41 をセラミックス基板 28 の電極 52 に半田付けする。この後、樹脂成形体 57 に形成された凹凸部 58 を用いて樹脂成形体 57 を検出導体 41 に挿入し、樹脂成形体 57 と検出導体 41 とを噛み合わせる。この後、検出導体 41 に形成された窪み 46 に磁気検出部 47 を差し込み、磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分に接着層 50 を介して樹脂成形体 57 の爪部 59 の爪状突起部を当てがって磁気検出部 47 を検出導体 41 に固定する。

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、樹脂成形体 57 に磁性体粉末などを混ぜ合わせ、検出導体 41 と共に樹脂成形体 57 で磁気回路を構成することにより、磁気検出部 47 に入力される磁束量を向上させることができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の検出感度をさらに向上させることができる。

#### 〔実施例 4〕

次に、本発明の第 4 実施例を第 16 図乃至第 18 図に基づいて説明す

る。第 16 図乃至第 18 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、第 1 実施例と同様に構成された磁気検出部 47 を有し、この一部を、接続端子 44 が第 1 実施例と同様の方向に延びるように、第 1 実施例と同様に設けられた検出導体 41 の窪み 46 に収納している。

接続端子 44 は、磁気検出用半導体素子 43 が実装された平面に対して検出導体 41 側とは反対側に角度  $\theta$  を持つように曲げられてから上方（或いはパワーモジュールベース 27，セラミックス基板 28 及び検出電流用電極 42 の積層方向でパワーモジュールベース 27 から検出電流用電極 42 に向う方向）に延びている。

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、検出電流の通電によって作られる磁束が、検出導体 41 に近接して配置される接続端子 44 と制御基板 55 の回路配線などで作られる電氣的な環状結線内に鎖交し、低減されることを抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 5〕

次に、本発明の第 5 実施例を第 19 図，第 20 図に基づいて説明する。第 19 図，第 20 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、セラミックス基板 28 の電極 52 が固着される面を 2 等分線によって左右対称に 2 等分し、電極 52 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、かつ左右の電極 52 が連続しないように、電極 52 をセラミックス基板 28 上に設けている。

電極 52 には、検出電流が流れる流路を狭くするくびれ部 61 が 2 等

分線を面对称軸として左右対称に配置されるように設けられている。電極 52 上には、第 1 実施例と同様に構成された電流検出器 40 が 2 等分線を面对称軸としてその軸上に左右対称に配置されるように、電流検出器 40 の検出電流用電極 42 が半田によって固着されている。くびれ部 61 は電流検出器 40 の上流側及び下流側の近傍に配置されている。

セラミック基板 28 の左側に設けられた電極 52 はアルミワイヤ 32 を介してパワー半導体素子 7 の変換回路と電氣的に接続されている。セラミック基板 28 の右側に設けられた電極 52 はリード端子 60 を介して接続端子 15 と電氣的に接続されている。この他の構成は第 1 実施例と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を達成できると共に、セラミック基板 28 の 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、電極 52 及電流検出器 40 を設け、かつ 2 等分線を面对称軸として左右対称に配置されるように、くびれ部 61 を電極 52 に設けているので、検出導体 41 に流通する検出電流の分布が 2 等分線を面对称軸として左右対称になるように制御することができる。従って、本実施例によれば、小形化によってパワーモジュール 16 内の配線が複雑になって配線内に電流集中が生じ、検出導体 41 における電流密度が不均一になることを抑制することができ、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 6〕

次に、本発明の第 6 実施例を第 21 図、第 22 図に基づいて説明する。第 21 図、第 22 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例では、セラミック基板 28 の電極 52 が固着される面を 2 等分線によって左右対称に 2 等分し、電極 52 が 2 等分線

を面对称軸として左右対称に配置され、かつ左右の電極 5 2 が連続する電流流路となるように、電極 5 2 をセラミック基板 2 8 上に設けている。

電極 5 2 には、検出電流が流れる流路を狭くするくびれ部 6 1 が 2 等分線を面对称軸として左右対称に、かつ左側の電極 5 2（検出電流の上流側）から右側の電極 5 2（検出電流の下流側）に連続するように設けられ、検出導体 4 1 が形成されている。セラミック基板 2 8 上には、電流検出器を構成する磁気検出部 4 7 が接着層 5 0 を介して固着されている。磁気検出部 4 7 は、その一部がくびれ部 6 1 に収納されるように、かつ 2 等分線を面对称軸としてその軸上に左右対称に配置されるように、検出導体 4 1 に近接配置されている。

磁気検出部 4 7 は、磁気検出用半導体素子 4 3 と、磁気検出用半導体素子 4 3 に電氣的に接続されたパッド 6 2 がモールド樹脂 4 5 によって覆われたものである。パッド 6 2 は導電性の電極部材であり、モールド樹脂 4 5 の外表面に露出している。パッド 6 2 は、セラミック基板 2 8 上に固着された電極 5 2 にアルミワイヤを介して接続されている。セラミック基板 2 8 の左側に設けられた電極 5 2 はアルミワイヤ 3 2 を介してパワー半導体素子 7 の変換回路と電氣的に接続されている。セラミック基板 2 8 の右側に設けられた電極 5 2 はリード端子 6 0 を介して接続端子 1 5 と電氣的に接続されている。尚、5 6 はチップコンデンサである。

セラミック基板 2 8 には、検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 に近接する自層及び他層の配線が無い無配線領域 6 4 が設けられている。検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 と対応するパワーモジュールベース 2 7 部分には膨込み部 6 3（或いは窪み）が設けられている。これにより、検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 と対応するパワーモジュールベース 2 7 部



分の厚みはその他の部分の厚みより小さくなっている。従って、検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 とのパワーモジュールベース 2 7 との相対的距離はパワー半導体素子 7 とパワーモジュールベース 2 7 との相対的距離よりも大きい。

本実施例によれば、検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 に近接する自層及び他層の配線無くすると共に、検出導体 4 1 及び磁気検出部 4 7 と対応するパワーモジュールベース 2 7 部分に膨込み部 6 3 を設けたので、検出電流が作る磁束が検出導体 4 1 以外の配線導体、セラミック基板 2 8 の接続用の半田 5 1 及びパワーモジュールベース 2 7 に鎖交し、配線導体、セラミック基板 2 8 の接続用の半田 5 1 及びパワーモジュールベース 2 7 に渦電流が流れ、渦電流によって反抗磁束が生成され、検出電流が作る磁束が反抗磁束によって相殺されることを抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 7〕

次に、本発明の第 7 実施例を第 2 3 図乃至第 2 5 図に基づいて説明する。第 2 3 図乃至第 2 5 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、第 1 実施例と同様に構成された磁気検出部 4 7 を有し、この一部を、接続端子 4 4 が第 1 実施例と同様の方向に延びるように、第 1 実施例と同様に設けられた検出導体 4 1 の窪み 4 6 に収納している。

磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分には接着層 5 0 を介して固定治具が当てがわれている。固定治具は電極一体樹脂成形体 7 4 であり、磁気検出部 4 7 の検出導体 1 1 側とは反対側に配置されたステップ部分、ステップ部分から検出導体 1 1 の磁気検出部

47側とは反対側に延びるアーム部分から構成されている。電極一体樹脂成形体74のステップ部分の低部側には、その外表面に露出するようにパット62が複数設けられている。パット62のそれぞれには、電極一体樹脂成形体74のステップ部分の形状に沿うように複数埋め込まれたインサート電極76の一端が電氣的に接続されている。インサート電極76の他端は、電極一体樹脂成形体74のステップ部分の高部側において外表面から突出しており、対応する接続端子44と半田51により接続されている。パット62は導電性の電極部材であり、アルミワイヤ32のボンディングが可能な平坦なものである。

電極一体樹脂成形体74のアーム部分は、検出導体41の立設する部分を取り囲むように、ステップ部分から検出導体11の磁気検出部47側とは反対側に延びて検出導体41を挟示すると共に、接着層50を介して検出電流用電極42に固着されている。

このように構成された電流検出器40では、パワー半導体素子7が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出導体41をセラミックス基板28の電極52に半田付けする。この後、電極一体樹脂成形体74を検出導体41に装着する。この後、検出導体41に形成された窪み46に磁気検出部47を差し込み、磁気検出部47の窪み46との非対向のモールド樹脂45部分に接着層50を介して電極一体樹脂成形体74を固着する。

本実施例によれば、第1実施例と同様の効果を達成できると共に、磁気検出部47の接続端子44を直接に制御基板55と接続しないので、アルミワイヤ32やアルミワイヤ32に接続されたパワーモジュール16内の配線にて自由な位置に引き回すことができ、制御基板55との接続位置を電流検出部47の位置に関係なくレイアウトでき、磁気検出

部 4 7 と検出導体 4 1 との間の距離を効率良く高精度化することができる。

〔実施例 8〕

次に、本発明の第 8 実施例を第 2 6 図乃至第 3 1 図に基づいて説明する。第 2 6 図乃至第 3 0 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。第 3 1 図は本実施例の電力変換装置の構成を示す。電力変換装置 2 4 で用いられる交流用の端子台 3 5 B は、電気負荷である電動機 5 に交流電力を供給する配線を電力変換装置 2 4 に接続する端子であり、配線を接続するための電極板 6 と、配線を固定するための締め付けネジ部 6 7 と、電極板 6 6 を固定する樹脂部 6 8 と、電力変換装置 2 4 に内蔵された計算機 9 及びパワー半導体素子 7 を制御するドライブ回路 8、コンデンサ 3、パワーモジュール 1 6 が接続される制御基板 5 5 の所定の配線と接続される引出電極 6 9 とを有している。電極板 6 6 と配線が接触する面は樹脂部 6 8 表面に露出している。電極板 6 6 及び引出電極 6 9 の一部は樹脂部 6 8 に内蔵されて固定されている。電極板 6 6 と引出電極 6 9 は同一の樹脂部 6 8 に等間隔にて配置されている。

本実施例では、第 1 実施例と同様に構成された磁気検出部 4 7 を有し、この一部を、引出電極 6 9 の表面の一部に設けた窪み 4 6 に収納している。検出電流を集中させるために引出電極 6 9 の幅は一部細められている。磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分には、接着層 5 0 を介して固定治具が当てがわれている。固定治具は、磁気検出部 4 7 のモールド樹脂 4 5 の一部分を囲む（抱く）ように、磁気検出部 4 7 の窪み 4 6 との非対向のモールド樹脂 4 5 部分に引出電極 6 9 が突出して形成されたアーム状の凸部 4 9 である。接着層 5 0 は、磁気検

出部 47 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、磁気検出部 47 と凸部 49 とを接着させている。

本実施例によれば、電流検出器 40 を交流用の端子台 35B の引出電極 69 の一部に備えたので、電力変換装置 24 の負荷電流 10 が流れる配線部に新たに電流検出器 40 専用の配線を設ける必要がない。従って、本実施例によれば、検出導体 41 を内蔵することによるパワーモジュール 16 の大型化や大型化に伴なうコストの上昇を押さえることができる。

また、本実施例によれば、計算機 9 及びパワー半導体素子 7 を制御するドライブ回路 8 が実装される制御基板 55 から検出導体 41 を取り去ることができるので、制御基板 55 のサイズを小形化することができる。

また、本実施例によれば、磁気検出部 47 の検出結果に重畳する検出導体 41 の周辺回路からの磁気的なノイズ成分を低減することができるので、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 9〕

次に、本発明の第 9 実施例を第 32 図に基づいて説明する。第 32 図は本実施例の電力変換装置の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例である。本実施例では、電力変換装置 24 内に負荷電流 10 を検出する電流検出器 40 以外に新たに外来磁気検出器 48 を電流検出器 40 近傍に設け、外来磁気検出器 48 の向きを磁気検出部 47 と同方向となるよう制御基板 55 上に配置している。磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果は、計算機 9 に入力されて引き合わせられる。尚、本実施例では、磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果を計算機 9 に入力して引き合わせたが、磁気検出部 47 と外来磁気検出器 48 との検出結果を引き合わせる回路を別途設けてもよい。

本実施例によれば、電流検出器 40 が電力変換装置 24 の外部から放射された強磁界と検出電流が作り出す磁界の和を検出し、外来磁気検出器 48 が電力変換装置 24 の外部から放射された強磁界を検出し、電流検出器 40 の出力と外来磁気検出器 48 の出力を引き合わせるので、電流検出器 40 の外来磁界による誤検出値を補正できると共に、外来磁気検出器 48 が所定値以上の外来磁界を検出した場合には、その検出をもって電力変換装置 24 の運転を制限或いは停止することができる。従って、本実施例によれば、外来磁気ノイズが原因の誤検出による影響を抑制することができるので、電力変換装置 24 の信頼性を向上させることができる。

#### 〔実施例 10〕

本発明の第 10 実施例を第 33 図乃至第 38 図に基づいて説明する。第 33 図乃至第 38 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例であり、第 1 実施例とは磁気検出部 47 の配置が異なっている。検出用導体 41 は、絶縁性を有するセラミック基板（図示省略）を介してパワーモジュールベース 27 上に積層されている。検出用導体 41、検出電流用電極 42 及び検出電流用電極 42 の両端に接続された他の電極 52 に流れる検出電流 77 が作る検出磁束 80 はパワーモジュールベース 27 に鎖交する。このため、パワーモジュールベース 27 には、電磁気学で用いられる鏡像法（若しくは影像法）に基づく鏡像電流 81 が流れる。

一般に鏡像電流 81 は、パワーモジュールベース 27 に対して平行に流れる検出電流 77 によって誘導された誘導電流 78（渦電流ともいう）であり、検出電流 77 の周波数とパワーモジュールベース 27 の導電率及び透磁率の積との平方根に比例してパワーモジュールベース 27

の表面近傍を流れる。特にパワーモジュールベース 27 の抵抗が極めて小さい場合、若しくは検出電流 77 の周波数が極めて高い場合には、パワーモジュールベース 27 の表面を対称面とした面对称の位置に検出電流 77 と同じ大きさで逆方向に、しかも検出電流 77 に対して平行に流れ、パワーモジュールベース 27 の周辺に磁束 79 を生成する。誘導電流による磁束 79 は、検出電流 77 の周波数によってパワーモジュールベース 27 の表面に流れる鏡像電流 81 つまり誘導電流 78（或いは渦電流）の電流密度が変化することから周波数依存性を持つものであり、パワーモジュールベース 27 に対して垂直な方向の成分を主とし、パワーモジュールベース 27 に対して平行な方向の成分は極めて小さい或いは持たないという特徴がある。従って、磁気検出部 47 の配置によっては、パワーモジュールベース 27 で生成された磁束の磁気検出部 47 への影響を抑制し、電流検出器 40 の検出精度をさらに向上させることができる。

そこで、本実施例では、検出用導体 41 で生成された検出磁束 80 のうち、パワーモジュールベース 27 或いはパワーモジュールベース 27 に流れる誘導電流 78（渦電流）に対して平行な成分の磁束を検出するように、検出用導体 41 に対して磁気検出部 47 を配置している。具体的には、検出用導体 41 のうち、検出電流用電極 42 から屈曲してパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる部分、すなわち検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して垂直に立設する部分の一方側に対して磁気検出用半導体素子 43 の磁気検出面が平行かつ垂直になるように、しかも検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して垂直になるように、検出電流用電極 42 から屈曲してパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる検出用導体

41 部分に磁気検出部 47 を配置している。

磁気検出部 47 の配置は、検出用導体 41 のうち、検出電流用電極 42 から屈曲して、パワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる部分、すなわち検出電流用電極 42 (パワーモジュールベース 27) に対して垂直に立設する部分の一方側或いは他方側のどちらであっても構わない。すなわちパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に電流を流す検出用導体 41 部分或いはパワーモジュールベース 27 に近づく方向に電流を流す検出用導体 41 部分のどちらであっても構わない。また、磁気検出部 47 の配置は、検出用導体 41、検出電流用電極 42、電極 52 から構成された電流の輪の内側或いは外側のどちらであっても構わない。

また、検出用導体 41 のうち、検出電流用電極 42 (パワーモジュールベース 27) に対して平行に延びる部分の長さを十分に確保することにより、検出電流用電極 42 から屈曲して、パワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる部分、すなわち検出電流用電極 42 (パワーモジュールベース 27) に対して垂直に立設する部分の一方側から他方側への磁氣的相互干渉を低減することができる。従って、検出磁束 80 の磁束密度を高めることができ、電流検出器 40 の電流検出精度をさらに向上させることができる。

磁気検出部 47 は、第 1 実施例と同様に、検出精度を校正する機能を有するものであり、磁気検出用半導体素子 43 と、磁気検出用半導体素子 43 と電氣的に接続された接続端子 44、すなわち電源端子 65、信号端子 70 及び校正端子 71 の一部とをモールド樹脂 45 によって覆われて構成されている。磁気検出用半導体素子 43 にはホール素子を用いている。

磁気検出部 47 が配置される検出用導体 41 部分には磁気検出部 47 の一部を収納するための窪み 46（凹部）が設けられている。窪み 46（凹部）には、接続端子 44 が検出用導体 41 から遠ざかる方向に延びるように、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 の一部が収納されている。磁気検出部 47 の窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分には接着層 50 を介して固定治具が 1箇所 に当てがわれている。固定治具は、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 の一部分を囲む（抱く）ように、窪み 46 との非対向のモールド樹脂 45 部分に検出用導体 41 が突出して形成されたアーム状の凸部 49 である。接着層 50 は、モールド樹脂 45 を押し付ける弾性力を有するもの或いは所定の処理を施すことで硬化し接着する機能を持つものであり、モールド樹脂 45 と凸部 49 とを接着させて固定させるものである。

さらに具体的に説明する。検出用導体 41 のうち、検出電流用電極 42 から屈曲（第 1 の屈曲部）して、パワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる部分、すなわち検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して垂直に立設する（延びる）部分を第 1 の導体部、第 1 の導体部から第 1 の屈曲部で屈曲して延びる検出電流用電極 42 を第 2 の導体部、第 1 の導体部から第 2 の屈曲部で屈曲して延びる検出用導体 41 部分（検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して垂直に立設する（延びる）部分から屈曲（第 2 の屈曲部）して、検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して平行に延びる検出用導体 41 部分）を第 3 の導体部とすると、磁気検出部 47 は、第 1 の導体部で生成された磁束のうち、パワーモジュールベース 27 或いはパワーモジュールベース 27 に流れる誘導電流 78 に対して平行な成分の磁束を検出する。



第2の導体部と第3の導体部は、第1の導体部に対して直角に屈曲したものであって、互いに異なる方向に延びるものである。具体的には、第2の導体部と第3の導体部が、互いに相反する方向に延びる。この場合、磁気検出部47は、磁気検出用半導体素子43が、第1の導体部で生成された磁束のうち、パワーモジュールベース27或いはパワーモジュールベース27に流れる誘導電流78に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子43の磁気検出面が、第1の導体部の軸線を交点として第2の導体部及び第3の導体部に対して垂直な平面上に配置される。

尚、本実施例では、第2の導体部と第3の導体部が、互いに相反する方向に延びる場合について説明したが、次のような場合も考えられる。すなわち第2の導体部及び第3の導体部を同一平面上に配置した場合、第3の導体部が、第2の導体部に対して鈍角( $90^\circ < \theta < 180^\circ$ の範囲)でずれた方向に延びる場合もある。このような場合、磁気検出部47は、磁気検出用半導体素子43が、第1の導体部で生成された磁束のうち、パワーモジュールベース27或いはパワーモジュールベース27に流れる誘導電流78に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子43の磁気検出面が、第1の屈曲部を交点として第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、第1の導体部を含む第3の導体部側の空間に配置される。或いは磁気検出用半導体素子43が、第1の導体部で生成された磁束のうち、第1の導体部で生成された磁束のうち、パワーモジュールベース27或いはパワーモジュールベース27に流れる誘導電流78に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出用半導体素子43の磁気検出面が、第1の屈曲部を交点として第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であ

って、第1の導体部を含む第3の導体部側の空間と、第2の屈曲部を交点として第3の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、第1の導体部を含む第2の導体部側の空間との重複する空間に配置される。

この他の構成については第1実施例と同様であるので、第1実施例と同符号を付してここでの説明を省略する。

本実施例では、検出用導体41のうち、検出電流用電極42から屈曲して、パワーモジュールベース27から遠ざかる方向に延びる部分、すなわち検出電流用電極42（パワーモジュールベース27）に対して垂直に立設する部分の一方側に窪み46を設け、そこに磁気検出部47の一部を収納させたが、他方側にも同様の窪みを設け、そこにもう一つ別の磁気検出部を同様に収納し、バックアップ用としてもよい。

本実施例によれば、第1実施例と同様の効果を奏することができると共に、検出用導体41で生成された検出磁束80のうち、パワーモジュールベース27或いはパワーモジュールベース27に流れる誘導電流78（渦電流）に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出部47を検出用導体41に配置しているので、誘導電流78によって生成され、周波数依存性を持つ磁束79による影響を抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度をさらに向上させることができる。

尚、本実施例では、導電性部材として、検出用導体41と電氣的に絶縁されたパワーモジュールベース27を例にとり、パワーモジュールベース27に流れる誘導電流78によって生成される磁束79の影響を抑制することについて説明したが、検出用導体41と電氣的に絶縁された或いは電氣的に1点で接続された他の導電性部材、例えば金属製の電力

変換装置ケース 30（筐体），パワー半導体素子 7 と電氣的に接続された導体，セラミックス基板 28 上の配線パターン（導電体箔）についても同様である。

また、本実施例によれば、磁気検出部 47 が設けられた検出用導体 41 を検出電流用電極 42，セラミック基板 28 を介してパワーモジュールベース 27 上に載置させたので、電流の流通によって検出用導体 41 や検出電流用電極 42 に発生するジュール発熱を、放熱部材であるパワーモジュールベース 27 を介して放熱することができる。従って、本実施例によれば、ジュール発熱の増大を招く検出用導体 41 の細線化が可能となり、検出磁束 80 の磁束密度を高め、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 11〕

本発明の第 11 実施例を第 38 図，第 39 図に基づいて説明する。第 38 図，第 39 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 実施例の変形例であり、第 1 実施例とは磁気検出部 47 の配置が異なっている。

本実施例では、検出用導体 41 で生成された検出磁束 80 のうち、パワーモジュールベース 27 に対して垂直或いはパワーモジュールベース 27 に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の検出磁束 82 を検出するように、検出用導体 41 に対して磁気検出部 47 を配置している。具体的には、検出用導体 41 のうち、検出電流用電極 42 から屈曲してパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる部分からさらに屈曲し、パワーモジュールベース 27 に対して平行に延びる部分に対して磁気検出用半導体素子 43 の磁気検出面が平行かつ垂直になるように、しかも検出電流用電極 42（パワーモジュールベース 27）に対して平

行になるように、検出電流用電極 42 から屈曲してパワーモジュールベース 27 から遠ざかる方向に延びる検出用導体 41 部分からさらに屈曲し、パワーモジュールベース 27 に対して平行に延びる検出用導体 41 部分に磁極検出部 47 を配置している。

すなわちパワーモジュールベース 27 に流れる誘導電流 78 によって生成される磁束 79 は、パワーモジュールベース 27 に対して垂直に交わる垂線に対して垂直な成分に比べ、垂線に対して平行な成分の方が小さい。従って、検出用導体 41 で生成される磁束のうち、パワーモジュールベース 27 に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出すれば、誘導電流によって生成される磁束の影響を受け難い。このため、本実施例では、上記のようにパワーモジュールベース 27 に対して平行に延びる検出用導体 41 部分に磁極検出部 47 を配置している。

この他の構成については第 1 実施例と同様であるので、第 1 実施例と同符号を付してここでの説明を省略する。

本実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果を奏することができる共に、検出用導体 41 で生成された検出磁束 80 のうち、パワーモジュールベース 27 に対して垂直或いはパワーモジュールベース 27 に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の検出磁束 82 を検出するように、検出用導体 41 に対して磁気検出部 47 を配置しているので、誘導電流 78 によって生成され、周波数依存性を持つ磁束 79 による影響を抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の検出精度をさらに向上させることができる。

#### 〔実施例 12〕

本発明の第 12 実施例を第 40 図に基づいて説明する。第 40 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施

例では検出用導体 4 1 の構成が異なっている。すなわち本実施例では、検出用導体 4 1 と検出電流用電極 4 2 から構成される導体がパワーモジュールベース 2 7 に対して平行に延びたものであって、第 1 の屈曲部及び第 2 の屈曲部を有する略 S 字形状のものである。本実施例では、第 1 の屈曲部と第 2 の屈曲部との間の導体部分が検出用導体 4 1 に相当し、他の部分が検出電流用電極 4 2 に相当する。検出用導体 4 1 は直線状に形成されている。検出電流用電極 4 2 の一方側（第 1 の屈曲部に近い導体の一端と第 1 の屈曲部との間の導体部分）と、検出電流用電極 4 2 の他方側（第 2 の屈曲部に近い導体の他端と第 2 の屈曲部との間の導体部分）は互いに平行であり、相反する方向に延びている。すなわち検出電流用電極 4 2 の一方側及び他方側は、検出用導体 4 1 に対して直角な方向に延びている。検出用導体 4 1 の長さは検出電流用電極 4 2 の長さより短い。

磁気検出部 4 7 は検出用導体 4 1 に配置されている。本実施例では、検出用導体 4 1 で生成される検出磁束 8 0 のうち、パワーモジュールベース 2 7 或いはパワーモジュールベース 2 7 に流れる誘導電流 7 8（渦電流）に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出部 4 7 を検出用導体 4 1 に配置している。具体的には、磁気検出用半導体素子 4 3 の磁気検出面が、パワーモジュールベース 2 7 及び検出用導体 4 1 に対して垂直で検出用導体 4 1 に対して平行になるように、磁気検出部 4 7 を検出用導体 4 1 に配置している。

すなわちパワーモジュールベース 2 7 に対して平行に延びる導体に第 1 及び第 2 の屈曲部を形成して検出用導体 4 1 を形成することにより、検出用導体 4 1 近傍のパワーモジュールベース 2 7 に流れる誘導電流 7 8 を、検出用導体 4 1 に対してほぼ直交するように交差して流すこと

ができる。誘導電流 78 によって生成される磁束 79 は、パワーモジュールベース 27 に対して垂直で誘導電流 78 に対して直交する平面に対して平行な成分であり、パワーモジュールベース 27 に対して垂直で誘導電流 78 に対して平行な平面に対して平行な成分を持たない。このため、本実施例では、上記のようにパワーモジュールベース 27 に対して平行に延びる導体に第 1 及び第 2 の屈曲部を形成して検出用導体 41 を形成し、それに磁極検出部 47 を配置している。

この他の構成については第 1 実施例と同様であるので、第 1 実施例と同符号を付してここでの説明を省略する。

本実施例によれば、パワーモジュールベース 27 に対して平行に延びる導体に第 1 及び第 2 の屈曲部を形成して検出用導体 41 を形成し、検出用導体 41 で生成される検出磁束 80 のうち、パワーモジュールベース 27 或いはパワーモジュールベース 27 に流れる誘導電流 78（渦電流）に対して平行な成分の磁束を検出するように、磁気検出部 47 を検出用導体 41 に配置しているので、誘導電流 78 によって生成され、周波数依存性を持つ磁束 79 による影響を抑制することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 40 の検出精度を向上させることができる。

尚、本実施例では、第 1 の屈曲部及び第 2 の屈曲部の屈曲角度を直角としたが鋭角であってもよい。また、本実施例では、検出電流用電極 42 の一方側と検出電流用電極 42 の他方側とを互いに平行で相反する方向に延びるように、検出用導体 41 と検出電流用電極 42 から構成される導体を構成したが、検出電流用電極 42 の一方側と検出電流用電極 42 の他方側とを互いに平行で同じ方向に延びるように、検出用導体 41 と検出電流用電極 42 から構成される導体を構成しても構わない。

## 〔実施例 13〕

本発明の第 13 実施例を第 41 図乃至第 43 図に基づいて説明する。第 41 図乃至第 43 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 10 実施例の変形例である。本実施例では、樹脂絶縁層と積層銅箔からなる積層配線 54 が複数積層されたプリント配線基板 53 上に磁気検出用半導体素子 43 が固着されると共に、磁気検出用半導体素子 43 と積層配線 54 とがアルミワイヤによって電氣的に接続され、かつ接続端子 44 と積層配線 54 とが電氣的に接続された磁気検出部 47 を備えている。磁気検出用半導体素子 43 はモールド樹脂 45 によって覆われている。

積層配線 54 は、例えば同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線 54 の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて配置する。或いは積層配線 54 の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線 54 が全域に渡り重なるように配置する。後者の場合、積層配線 54 間にチップコンデンサ 56 などの電子部品や磁気検出用半導体素子 43 の出力特性を改善する補正回路 85 を搭載することができる。

検出用導体 41 には、第 10 実施例と同様に窪み 46 が設けられている。窪み 46 には、磁気検出部 47 のプリント配線基板 53 の一部が収納されている。具体的に窪み 46 は、検出用導体 41 の一部を検出用導体 41 から 2 箇所突出させて設けたものである。尚、本実施例では、検出用導体 41 の一部分を 2 箇所突出させたが、1 個でも又それ以上であっても構わない。また、検出用導体 41 と磁気検出用半導体素子 43 の磁気検出面との配置関係は第 10 実施例と同様の関係にある。

検出用導体 41 の窪み 46（突出部）と対向するプリント配線基板

53部分には接着層50が配置されている。プリント配線基板53は接着層50を介して窪み46（突出部）に当てがわれ、窪み46（突出部）に固定されている。接着層50は所定の処理を施すことによって硬化され、窪み46（突出部）とプリント配線基板53とを接着している。

この他の構成については第10実施例と同様であるので、第10実施例と同符号を付してここでの説明を省略する。

本実施例によれば、第10実施例と同様の効果を奏することができると共に、プリント配線板53の積層配線54と電氣的に接続された接続端子44の形状を自由に変更することができる。従って、本実施例によれば、制御部26の制御基板55との接続方式の自由度を向上することができる、例えばコネクタによる接続も容易に実施することができる。

また、本実施例によれば、同一配線層に引き回すと共に、異なる配線層に積層配線54の大凡全体が重なるような幅の広いシールド電極を設けて積層配線54を配置したり、積層配線54の幾つかを異なる配線層に配置すると共に、積層配線54が全域に渡り重なるように配置したりするので、制御基板55の回路配線などで作られる電氣的な環状結線内に鎖交する磁束（ノイズ）を低減することができ、磁気検出用半導体素子43の近接にチップコンデンサ56などのノイズ対策部品を配置することができる他、磁気検出用半導体素子43の出力特性を改善する補正回路85を搭載することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器40の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例14〕

本発明の第14実施例を第44図乃至第46図に基づいて説明する。第44図乃至第46図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第10実施例の変形例である。本実施例



では、第10実施例と同様に構成された磁気検出部47を有し、接続端子44が第10実施例と同様の方向に延びるように、磁気検出部47のモールド樹脂45の一部を検出用導体41の窪み46に収納している。

検出用導体41には、磁気検出部47と検出用導体41とを固定するための爪部59及び凹凸部58を有する略コ字状の樹脂成形体57が挿入されている。樹脂成形体57は磁気検出部47の固定治具であり、凹凸部58が検出用導体41の磁気検出部47側とは反対側の検出用導体41の空洞部に挿入され、爪部59及び凹凸部58によって検出用導体41と磁気検出部47とを挟み込むように検出用導体41と噛み合っている。爪部59は、検出用導体41の窪み46との対向するのモールド樹脂45部分に接着層50を介して当てがわれており、磁気検出部47のモールド樹脂45部分を窪み46側に抑え付けて、磁気検出部47のモールド樹脂45部分を窪み46に固定してる。接着層50は所定の処理を施すことによって硬化され、磁気検出部47のモールド樹脂45と爪部59とを接着する。

このように構成された電流検出器40では、パワー半導体素子7が半田付けされる高温かつ数分間という長い半田プロセスを用いて検出用導体41をセラミックス基板28の電極52に半田付けした後、樹脂成形体57の凹凸部58を検出用導体41の空洞部に挿入して、樹脂成形体57と検出導体41とを噛み合わせる。この後、検出用導体41の窪み46に磁気検出部47を差し込み、検出用導体41の窪み46との対向のモールド樹脂45部分に接着層50を介して樹脂成形体57の爪部59を当てがい、磁気検出部47を検出用導体41の窪み46に固定する。尚、本実施例では、爪部59とモールド樹脂45部分との間に接着層50を設けたが、これを無くし、樹脂成形体57の爪部59及び凹凸

部 5 8 に弾力性を持たせ、検出用導体 4 1 と磁気検出部 4 7 とを樹脂成形体 5 7 の爪部 5 9 及び凹凸部 5 8 によって挟み込むようにしてもよい。

この他の構成については第 1 0 実施例と同様であるので、第 1 0 実施例と同符号を付してここでの説明を省略する。

本実施例によれば、第 1 0 実施例と同様の効果を奏することができると共に、樹脂成形体 5 7 に磁性体粉末などを混ぜ合わせ、検出用導体 4 1 と共に樹脂成形体 5 7 で磁気回路を構成することにより、磁気検出部 4 7 に入力される磁束量を向上させることができると共に、近接回路から放出されるノイズ磁束や導電性部材 8 4 の移動及び変形さらには追加による誘導電流による磁束 7 9 の影響を低減することができる。従って、本実施例によれば、電流検出器 4 0 の検出感度をさらに向上させることができ、電流検出器 4 0 の検出精度を向上させることができる。

#### 〔実施例 1 5〕

本発明の第 1 5 実施例を第 4 7 図乃至第 4 9 図に基づいて説明する。第 4 7 図乃至第 4 9 図は、本実施例の電力変換装置に設けられた電流検出器の構成を示す。本実施例は第 1 4 実施例の変形例である。本実施例では、第 1 4 実施例と同様に構成された磁気検出部 4 7 を有し、接続端子 4 4 が第 1 4 実施例と同様の方向に延びるように、磁気検出部 4 7 のモールド樹脂 4 5 の一部を検出用導体 4 1 の窪み 4 6 に収納している。

検出用導体 4 1 には、磁気検出部 4 7 と検出用導体 4 1 とを固定するための爪部 5 9 及び凹凸部 5 8 を有する略コ字状の樹脂成形体 7 4 が挿入されている。樹脂成形体 7 4 は磁気検出部 4 7 の固定治具であり、凹凸部 5 8 が検出用導体 4 1 の磁気検出部 4 7 側とは反対側の検出用導体 4 1 の空洞部に挿入され、爪部 5 9 及び凹凸部 5 8 によって検出用導体 4 1 と磁気検出部 4 7 とを挟み込むように検出用導体 4 1 と噛み合っ

いる。爪部 59 は、検出用導体 41 の窪み 46 との対向するのモールド樹脂 45 部分に接着層 50 を介して当てがわれており、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 部分を窪み 46 側に抑え付けて、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 部分を窪み 46 に固定してる。接着層 50 は所定の処理を施すことによって硬化され、磁気検出部 47 のモールド樹脂 45 と爪部 59 とを接着する。

また、本実施例では、樹脂成形体 74 の爪部 59 の検出用導体 41 側とは反対側には複数のインサート電極 76 が内蔵されている。複数のインサート電極 76 は、爪部 59 の検出用導体 41 側とは反対側に設けられたステップ部分まで延びている。樹脂成形体 74 の爪部 59 のステップ部分には、アルミワイヤ 32 のボンディングが可能な平坦な複数のパッド 62 がその表面に露出するように埋設されおり、対応するインサート電極 76 の一端が接続されている。複数のインサート電極 76 の他端は爪部 59 の先端から外部に突出しており、対応する接続端子 44 と半田 51 によって接続されている。

本実施例によれば、第 14 実施例と同様の効果を奏することができると共に、磁気検出部 47 の接続端子 44 を直接、制御基板 55 に接続しないので、アルミワイヤ 32 やアルミワイヤ 32 に接続されたパワーモジュール 16 内の配線にて自由な位置に引き回すことができる。従って、本実施例によれば、制御基板 55 との接続位置を磁気検出部 47 の位置に関係なくレイアウトすることができ、磁気検出部 47 と検出用導体 41 との間の距離を効率良く高精度化することができる。

#### 〔実施例 16〕

本発明の第 16 実施例を第 50 図に基づいて説明する。第 50 図は、前述した第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動

機駆動システムが搭載されたハイブリッド自動車の概略構成を示す。ハイブリッド自動車は、内燃機関 17 と電動機 5 を切り替えて一方の車輪を駆動するものである。車軸 20 にはギア 23 を介して内燃機関 17 が機械的に接続されている。内燃機関 17 には電動機 5 が機械的に接続されている。この他の構成は第 1 実施例の電気自動車と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置 24 を用いたので、ハイブリッド自動車の電動機駆動システムとしては、システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。また、ハイブリッド自動車としては、低価格化、燃費の向上、一充電あたりの走行距離の向上、電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

#### 〔実施例 17〕

本発明の第 17 実施例を第 51 図に基づいて説明する。第 51 図は、前述した第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムが搭載された電動四駆式の自動車の構成を示す。電動四駆式の自動車は、内燃機関 17 を主駆動源として車輪を駆動し、電動機 5 を副駆動源（アシスト用）として他方の車輪を駆動するものである。車軸 20 にはギア 23 を介して内燃機関 17 が機械的に接続されている。車軸 22 にはギア 23 を介して電動機 5 が機械的に接続されている。この他の構成は第 1 実施例の電気自動車と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置 24 を用いたので、電動四駆式の自動車の電動機駆動システムとしては、システムの小型化、低価格化、

信頼性の向上などを図ることができる。また、電動四駆式の自動車としては、低価格化，燃費の向上，電力変換装置の実装スペースの縮小化などを図ることができる。

〔実施例 18〕

本発明の第 18 実施例を第 52 図に基づいて説明する。第 52 図は、前述した第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電動機駆動システムが搭載された自動車の概略構成を示す。電動機駆動システムとしては、電動機 87 を駆動して、被駆動体である操舵装置 86（ステアリング装置）の操舵角を調整する電動パワーステアリングシステム，電動機 88 を駆動して、被駆動体であるコンプレッサを駆動する電動エアコンシステム，電動機 89 を駆動して、被駆動体であるブレーキキャリパー内のブレーキパッドを加圧する電動ブレーキシステムのいずれか或いは 2 つ以上を備えている。電動機駆動システムは、第 1 実施例の電気自動車と同様に、バッテリー 6 から供給された直流電力を電力変換装置 24 で交流電力に変換し、電動機 86，88，89 に供給し、電動機 86，88，89 を駆動するように構成されている。

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置 24 を用いたので、自動車に搭載された電動機駆動システムの小型化，低価格化，信頼性の向上などを図ることができる。尚、本実施例では、直流電源としバッテリーを用いて説明したが、燃料電池を用いたシステムなどにも適用することができる。

〔実施例 19〕

本発明の第 19 実施例を第 53 図に基づいて説明する。第 53 図は、前述した第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した太陽光発電システムの構成を示す。太陽光発電システムは、太陽電池で得ら

れた直流電力をバッテリー 6 に蓄えている。バッテリー 6 に蓄えられた直流電力は、電力変換装置 24 で交流電力に変換され、電源系統に供給される。

本実施例によれば、小型でかつ高精度な電力制御が行える第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置 24 を用いたので、太陽光発電システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。尚、本実施例では、太陽電池を用いた太陽光発電システムを例にとり説明したが、燃料電池を用いた燃料電池システムなどにも適用することができる。

#### 〔実施例 20〕

本発明の第 20 実施例を第 54 図に基づいて説明する。第 54 図は、前述した第 1 乃至 15 実施例のいずれかの電力変換装置を適用した電力システムの構成を示す。本実施例の電力システムは、商用電源 4 から供給された交流電力を電力変換装置のコンバータ部 1 で直流電力に平滑し、この直流電力を電力変換装置のインバータ部 2 で所定の電圧と所定の周波数の交流電力に変換して電気負荷、例えば電動機 5 に供給する電動機駆動システムである。電力変換装置は、ダイオードなどの整流素子から構成されたコンバータ部 1（順変換部）と、PWM（パルス・ワイド・モジュレーション：パルス幅変調）制御方式のインバータ部 2（逆変換部）と、コンバータ部 1 とインバータ部 2 との間の直流部に接続された平滑用のコンデンサ 3（キャパシタ）が電氣的に接続されて電力変換装置ケース 30 内に収納されている。インバータ部 2 は、前述した第 1 乃至 9 実施例のいずれかの電力変換装置と同様に構成されている。従って、インバータ部 2 の詳細な説明は省略する。

本実施例によれば、インバータ部 2 の構成として、小型でかつ高精度

な電力制御が行える第1乃至15実施例のいずれかの電力変換装置と同様の構成を用いたので、電力システム、例えば電動機駆動システムの小型化、低価格化、信頼性の向上などを図ることができる。

#### 産業上の利用可能性

以上説明した本発明によれば、小型でかつ高精度な電流検出が行える電流検出器を備えたので、小型でかつ高精度な電力制御が行える電力変換装置及びそれをそえた電力システム並びに移動体を提供することができる。

### 請 求 の 範 囲

1. 絶縁部材を介して導電性部材上に載置された電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部とを有し、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、絶縁部材を介して前記導電性部材上に載置され、かつ前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい部分を有する導体と、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであることを特徴とする電力変換装置。

2. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部が設けられた或いは前記磁気検出部の近傍に配置された前記導体部分は、前記導電性部材との相対的距離が前記電力制御用半導体素子と前記導電性部材との相対的距離よりも大きいことを特徴とする電力変換装置。

3. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層される前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対距離が大きい前記導体部分は、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層される前記導体部分よりも前記導電性部材から遠ざかる方向に突出していることを特徴とする電力変換装置。

4. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記導電性部材は、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層される前記導体部分よりも前



記導電性部材に対する相対距離が大きい前記導体部分に対応する部分の厚みが他の部分の厚みよりも小さいことを特徴とする電力変換装置。

5. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部は、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分に設けらる或いはその近傍に配置されることを特徴とする電力変換装置。

6. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部は、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分で生成された磁束のうち、前記導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出するように、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されることを特徴とする電力変換装置。

7. 請求項1に記載の電力変換装置において、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分は、前記導電性部材に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を有しており、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記導電性部材及び前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に対して平

行になるように、前記導電性部材に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に設けられることを特徴とする電力変換装置。

8. 請求項 1 に記載の電力変換装置において、前記絶縁部材を介して前記導電性部材上に積層された前記導体部分よりも前記導電性部材に対する相対的距離が大きい前記導体部分は、前記導電性部材に対して平行に延びる部分を有しており、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記導電性部材に対して平行に延びる前記導体部分に対して垂直かつ平行になるように、前記導電性部材に対して平行に延びる前記導体部分に設けられることを特徴とする電力変換装置。

9. 導体を介して負荷或いは電力供給手段と電氣的に接続された電力制御用半導体素子を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記導体に設けられた電流検出器とを有し、前記電流検出器は、磁気検出用半導体素子と、前記磁気検出用半導体素子と前記制御部とを電氣的に接続する接続導体の一部とが樹脂で梱包された磁気検出部を有するものであり、前記磁気検出部の少なくとも一部が、前記導体に形成された窪みに収納されているものであることを特徴とする電力変換装置。

10. 請求項 9 に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記負荷或いは前記電力供給手段に電氣的に接続された配線がネジの締め付けによって電氣的に接続された端子台の電極と前記パワーモジュール部或いは前記制御部とを電氣的に接続する前記端子台の引出電極であり、前記引出電極には前記窪みが形成されていることを特徴とする電力変換装置。

11. 電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検

出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有し、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続された導体と、前記導体に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、前記導体で生成される磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものであることを特徴とする電力変換装置。

12. 請求項11に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を有しており、前記磁気検出部は、前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分で生成される磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出することを特徴とする電力変換装置。

13. 請求項11に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる部分を有しており、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記導電性部材及び前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に対して平行になるように、前記導電性部材に対して垂直で前記導電性部材から遠ざかる方向に延びる前記導体部分に設けられることを特徴とする電力変換装置。

14. 請求項11に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材に対して平行に延びるものであって、少なくとも第1及び第2

の屈曲部を有するものであり、前記磁気検出部は、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分で生成される磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる電気誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出することを特徴とする電力変換装置。

15. 請求項11に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材に対して平行に延びるものであって、少なくとも第1及び第2の屈曲部を有するものであり、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分及び前記導電性部材に対して垂直で前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分に対して平行になるように、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分に設けられることを特徴とする電力変換装置。

16. 電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有し、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、前記導電性部材に対して平行に延び、かつ少なくとも第1及び第2の屈曲部を有する導体と、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分で生成される磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものであることを特徴とする

電力変換装置。

17. 請求項16に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分である第1の導体部と、前記第1の導体部から前記第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、前記第1の導体部から前記第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、前記磁気検出部は、前記第1の導体部で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出することを特徴とする電力変換装置。

18. 請求項16に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分である第1の導体部と、前記第1の導体部から前記第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、前記第1の導体部から前記第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記第1の導体部及び前記導電性部材に対して垂直で前記第1の導体部に対して平行になるように、前記第1の導体部に設けられることを特徴とする電力変換装置。

19. 電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作を制御する制御部と、前記電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有し、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続されると共に、少なくとも第1及び第2の屈曲部を有する導体と、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、

前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分で生成される磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するものであることを特徴とする電力変換装置。

20. 請求項19に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部との間の前記導体部分であって、前記導電性部材に対して垂直に延びる第1の導体部と、前記第1の導体部から前記第1の屈曲部で屈曲して延びる第2の導体部と、前記第1の導体部から前記第2の屈曲部で屈曲して延びる第3の導体部から構成されており、前記磁気検出部は、前記第1の導体部で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出することを特徴とする電力変換装置。

21. 請求項20に記載の電力変換装置において、前記第2の導体部と前記第3の導体部は、前記第1の導体部に対して直角に屈曲したものであって、互いに異なる方向に延びるものであることを特徴とする電力変換装置。

22. 請求項21に記載の電力変換装置において、前記第2の導体部と前記第3の導体部は、互いに相反する方向に延びるものであることを特徴とする電力変換装置。

23. 請求項22に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子が、前記第1の導体部で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記第1の導体部の軸線を交点として前記第2の導体部及

び前記第3の導体部に対して垂直な平面上に配置されることを特徴とする電力変換装置。

24. 請求項21に記載の電力変換装置において、前記第3の導体部は、前記第2の導体部に対して鈍角 ( $90^\circ < \theta < 180^\circ$  の範囲) でずれた方向に延びるものであることを特徴とする電力変換装置。

25. 請求項24に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子が、前記第1の導体部で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記第1の屈曲部を交点として前記第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、前記第1の導体部を含む前記第3の導体部側の空間に配置されることを特徴とする電力変換装置。

26. 請求項24に記載の電力変換装置において、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子が、前記第1の導体部で生成された磁束のうち、前記導電性部材或いは前記導電性部材に流れる前記誘導電流に対して平行な成分の磁束を検出するように、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記第1の屈曲部を交点として前記第2の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、前記第1の導体部を含む前記第3の導体部側の空間と、前記第2の屈曲部を交点として前記第3の導体部に対して垂直な平面で区切られる空間であって、前記第1の導体部を含む前記第2の導体部側の空間との重複する空間に配置されることを特徴とする電力変換装置。

27. 電力制御用半導体素子、前記電力制御用半導体素子に入力される或いは前記電力制御用半導体素子から出力された電流を検出する電流検出器を有するパワーモジュール部と、前記電力制御用半導体素子の動作

を制御する制御部と、前記電流検出器に流れる電流で生じる電磁誘導によって誘導電流が流れる導電性部材とを有し、前記電流検出器は、前記電力制御用半導体素子と電氣的に接続された導体と、前記導体に設けられる或いはその近傍に配置されると共に、前記制御部と電氣的に接続された磁気検出用半導体素子を有する磁気検出部とを有するものであり、前記導体で生成される磁束のうち、前記導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出するものであることを特徴とする電力変換装置。

28. 請求項27に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材から遠ざかる方向に突出する部分を有しており、前記磁気検出部は、前記導電性部材から遠ざかる方向に突出する前記導体部分で生成される磁束のうち、前記導電性部材に対して垂直に交わる垂線に対して平行な成分の磁束を検出することを特徴とする電力変換装置。

29. 請求項27に記載の電力変換装置において、前記導体は、前記導電性部材から遠ざかる方向に突出して前記導電性部材に対して平行な部分を有しており、前記磁気検出部は、前記磁気検出用半導体素子の磁気検出面が、前記導電性部材に対して平行であって、前記導電性部材から遠ざかる方向に突出して前記導電性部材に平行な前記導体部分に対して垂直かつ平行になるように、前記導電性部材から遠ざかる方向に突出して前記導電性部材に対して平行な前記導体部分に設けられていることを特徴とする電力変換装置。

30. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項1に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

31. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の



電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項 9 に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

32. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項 11 に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

33. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項 16 に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

34. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項 19 に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

35. 電力供給手段から供給された電力を電力変換装置によって所定の電力に変換して負荷に供給するものであって、前記電力変換装置として、請求項 27 に記載の電力変換装置を用いたことを特徴とする電力システム。

36. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 1 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

37. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記

被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 9 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

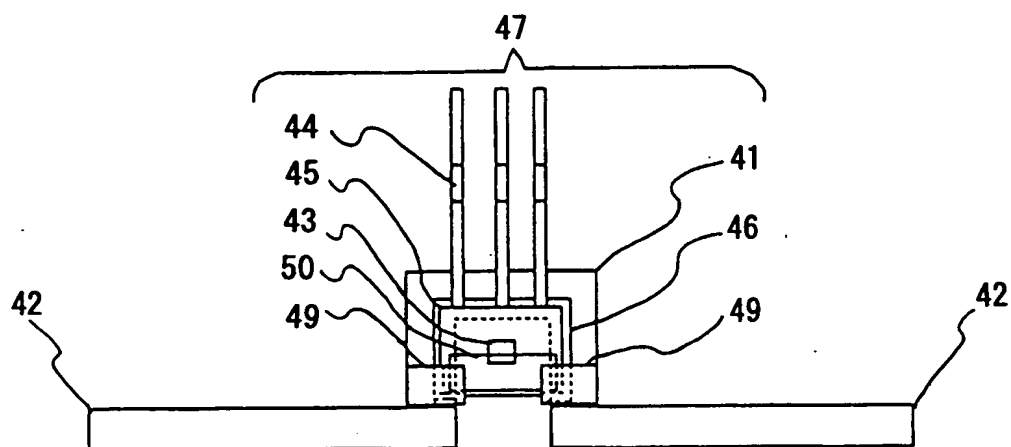
38. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 11 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

39. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 16 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

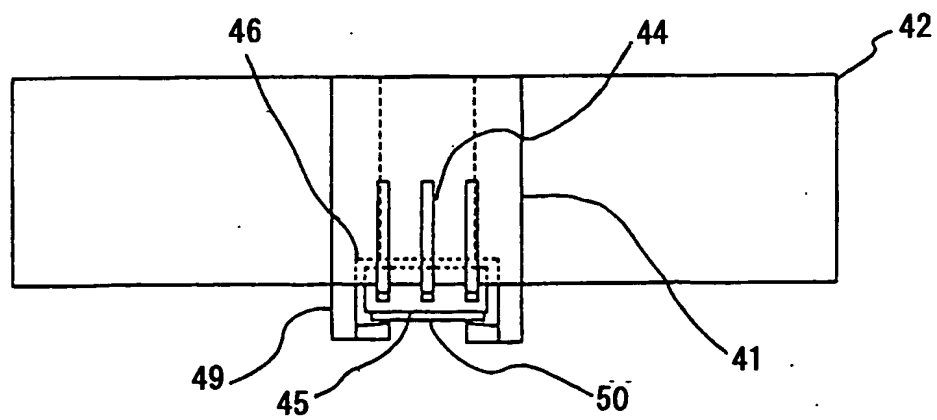
40. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 19 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

41. 胴体と、前記胴体に設けられた被駆動体と、外部電源或いは前記胴体に取り付けられた内部電源からの供給電力によって駆動され、前記被駆動体を駆動する電動機と、前記電源から前記電動機に供給される電力を制御する電力変換装置とを備え、前記電力変換装置は、請求項 27 に記載の電力変換装置であることを特徴とする移動体。

第 1 図

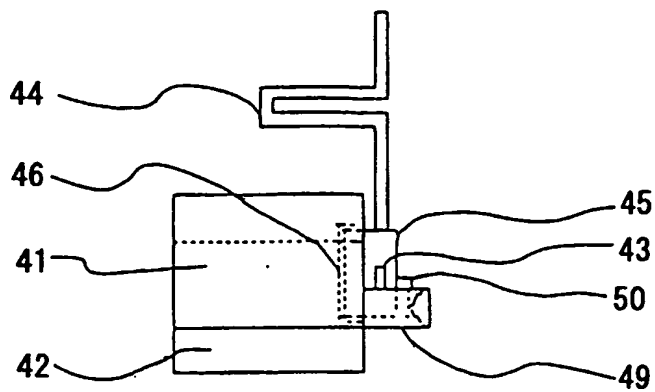


第 2 図

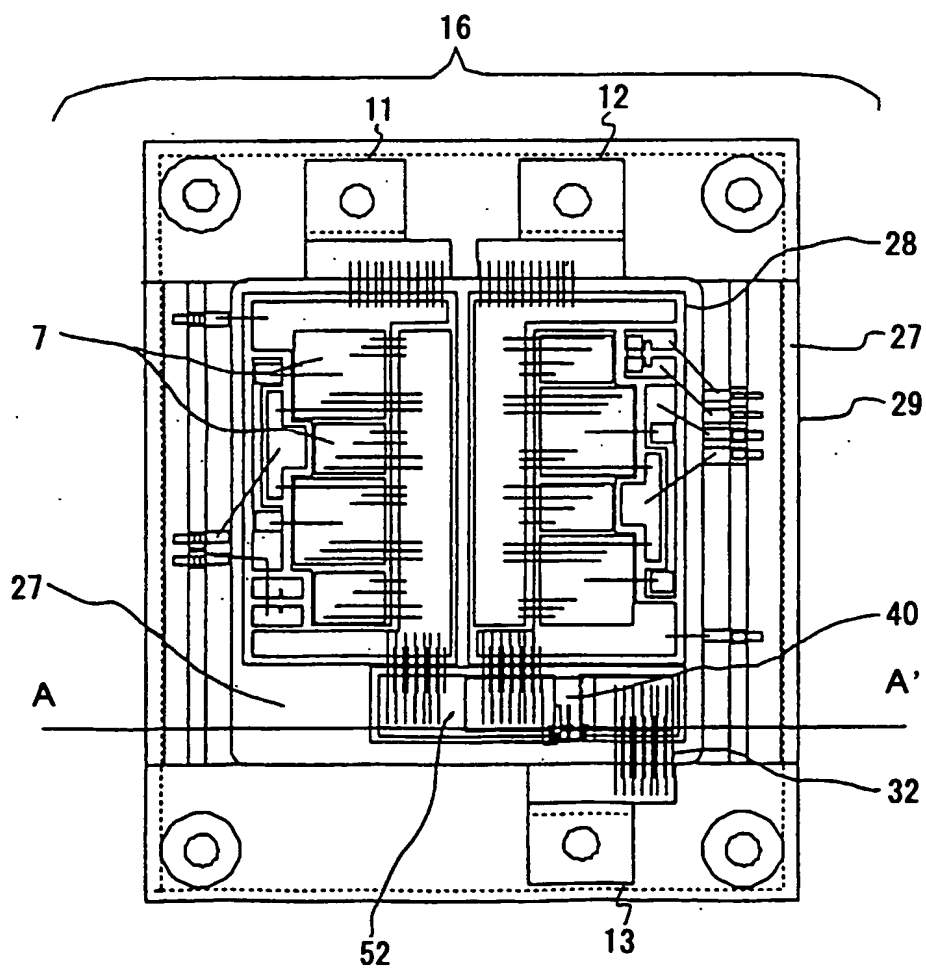


2 / 28

第 3 図

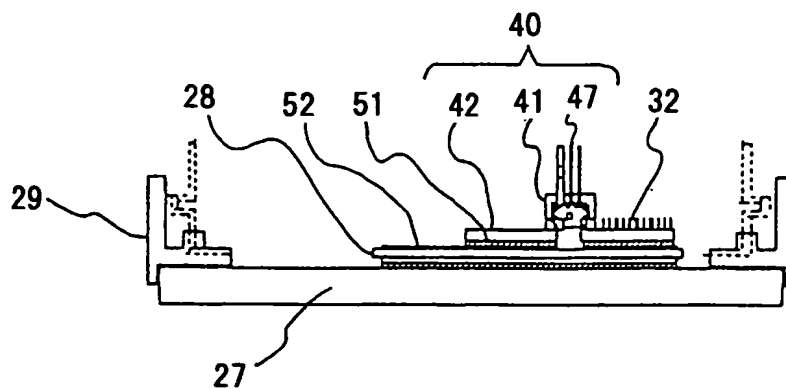


第 4 図

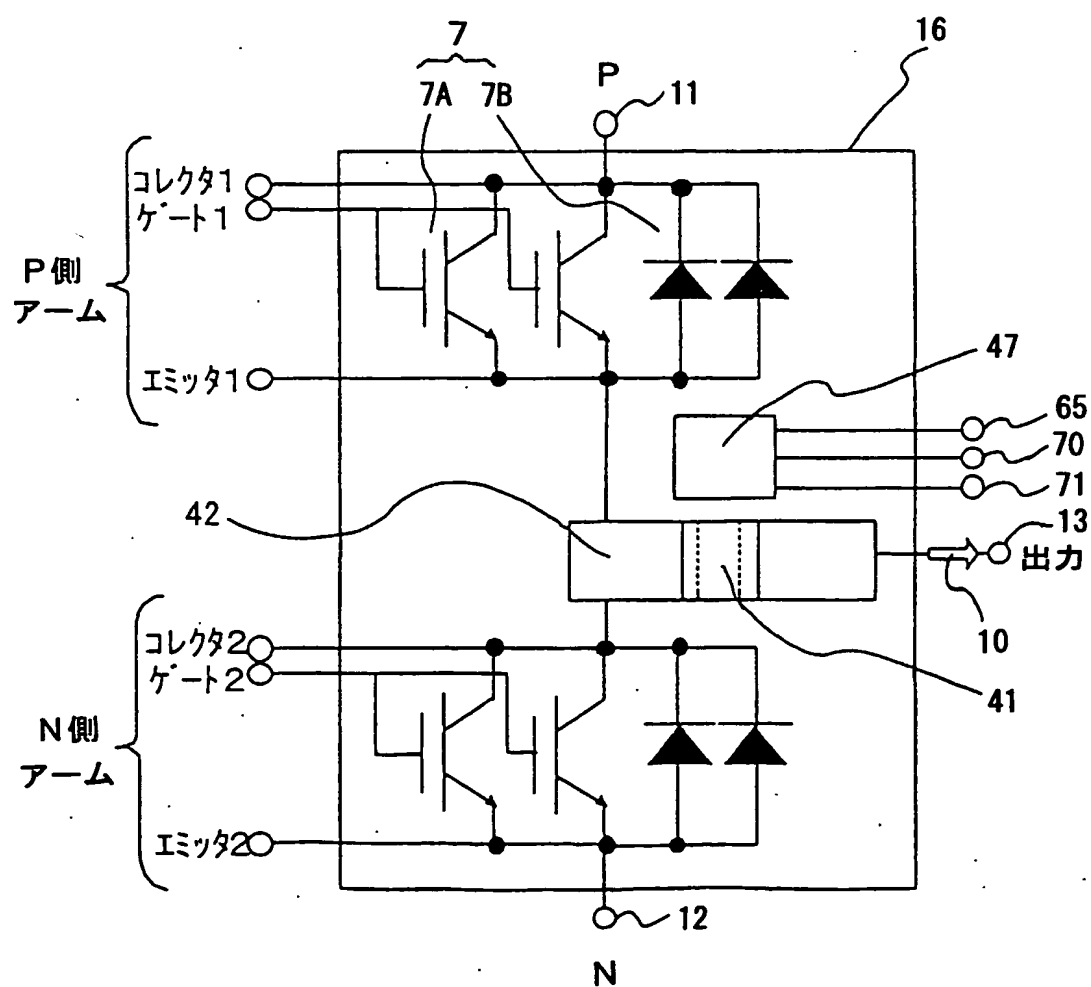


3 / 28

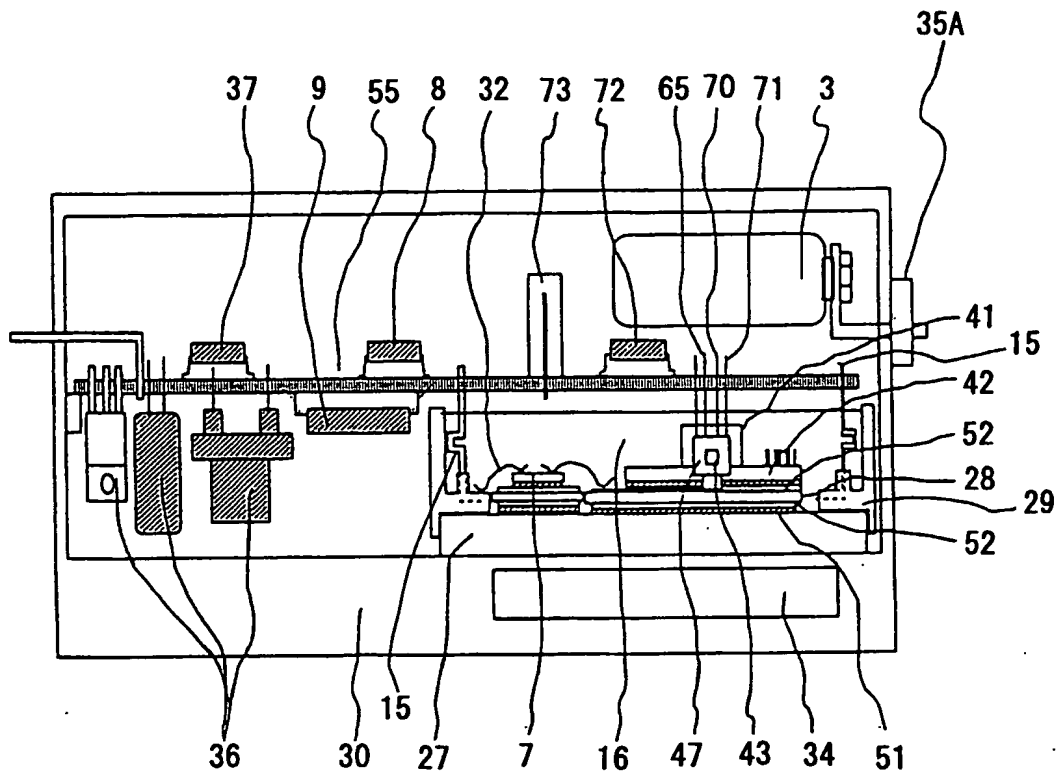
第5図



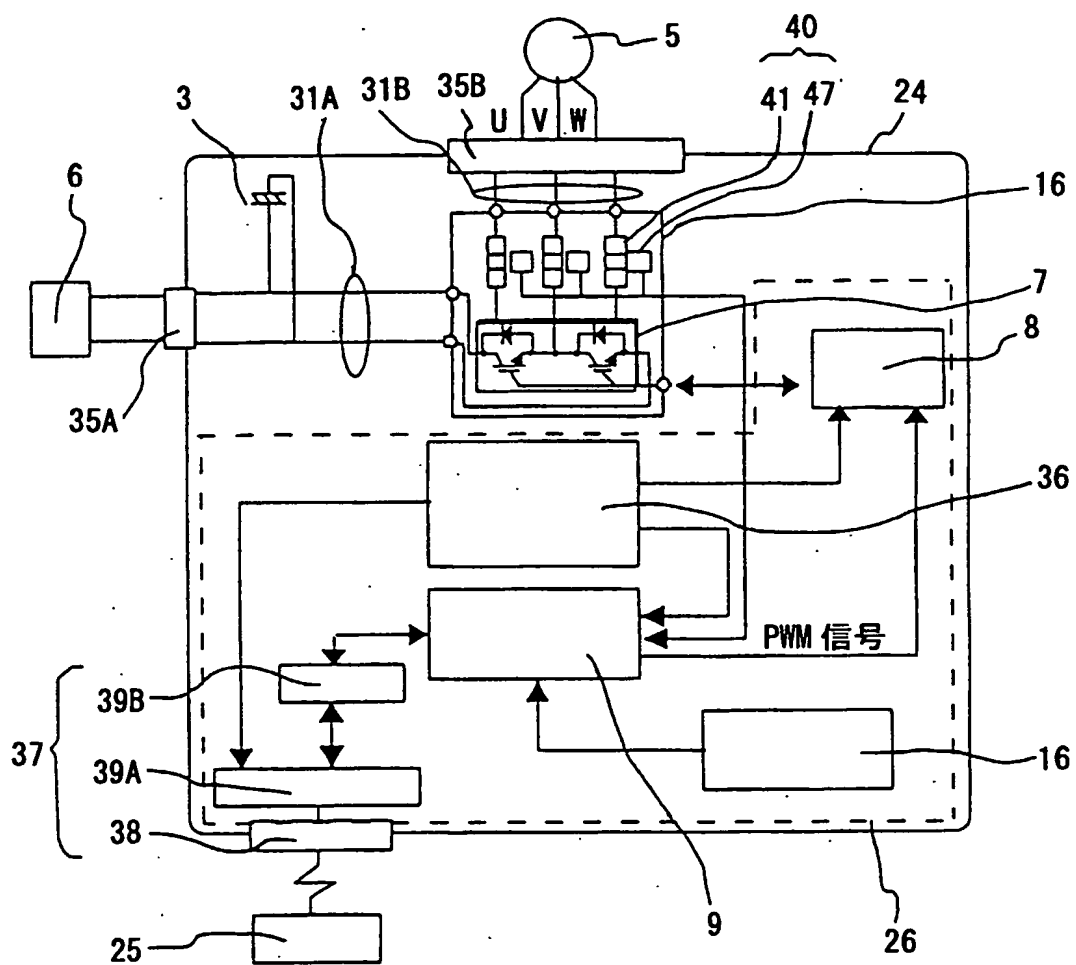
第 6 図



第 7 図

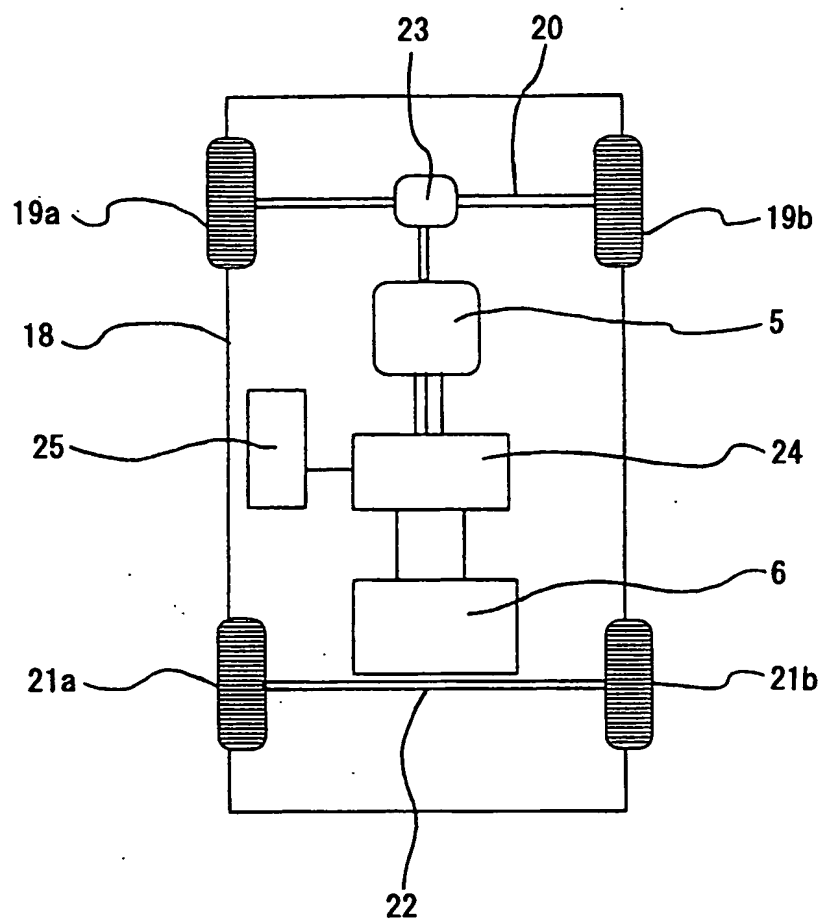


第 8 図

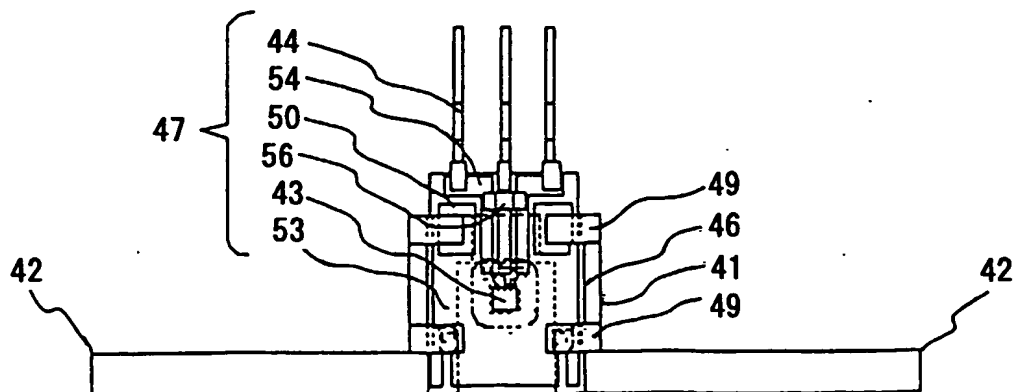


6 / 28

第 9 図

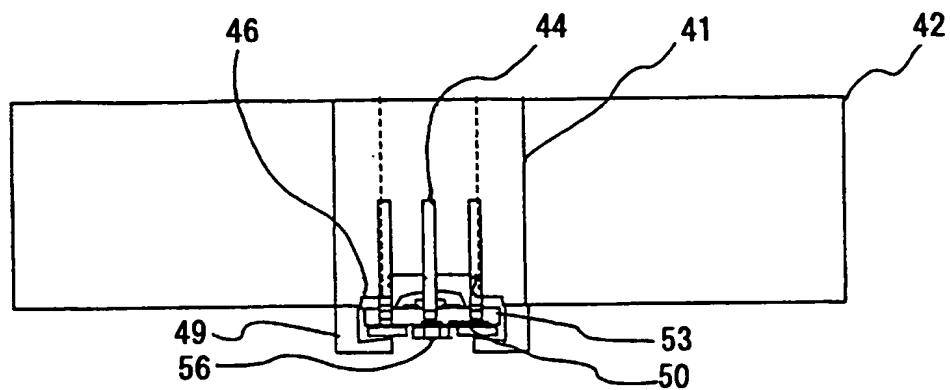


第 10 図

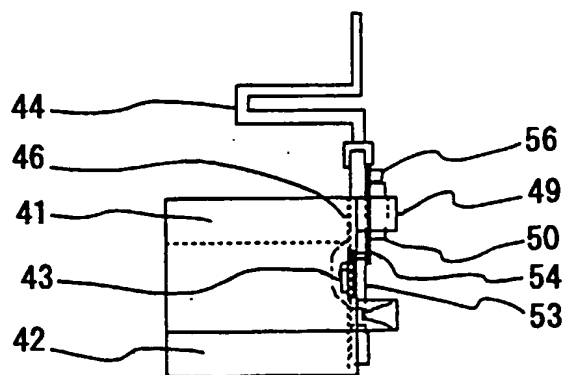




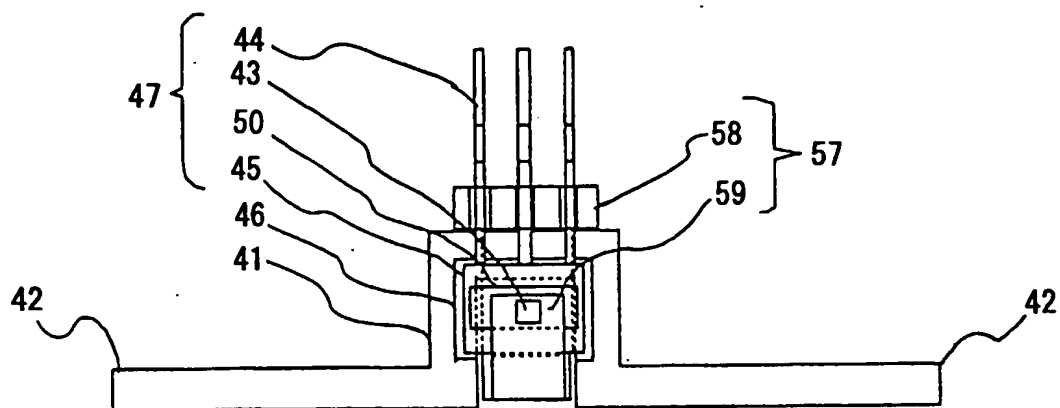
第 1 1 図



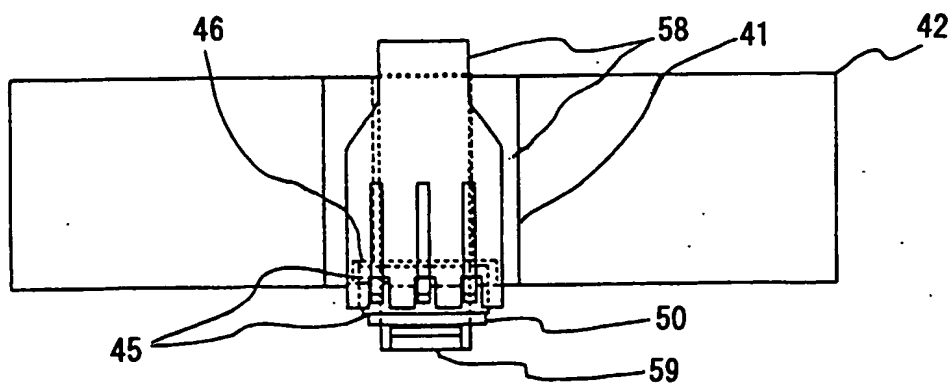
第 1 2 図



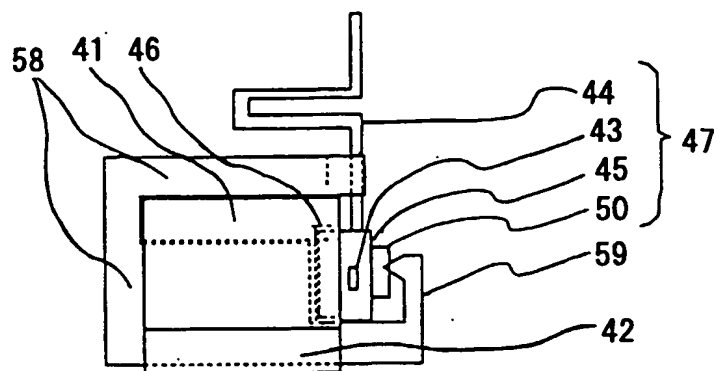
第 1 3 図



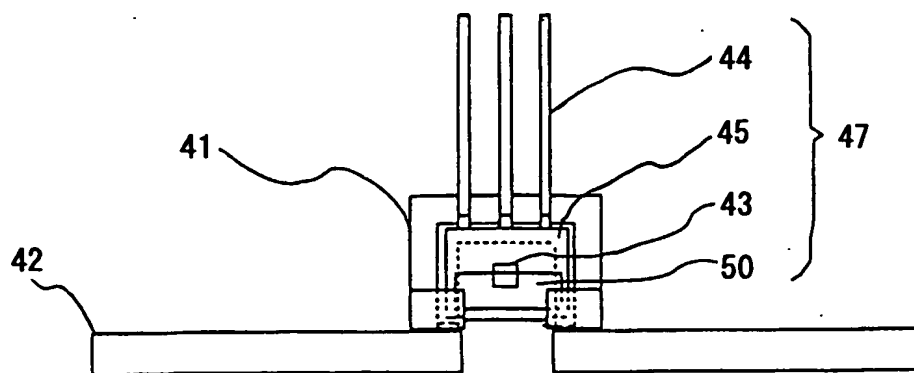
第 1 4 図



第 1 5 図

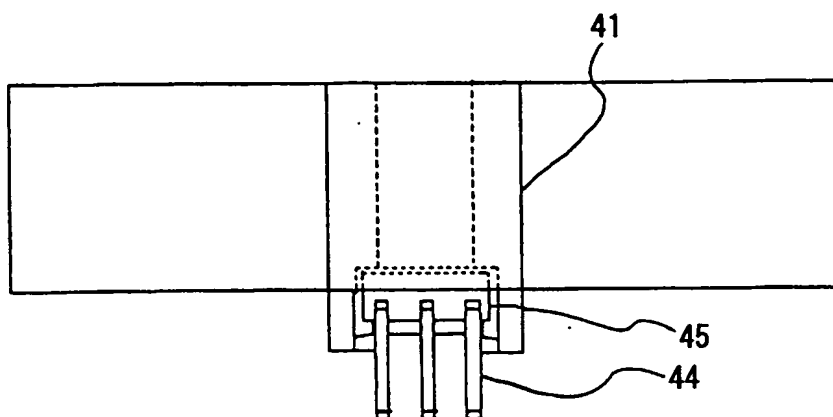


第 1 6 図

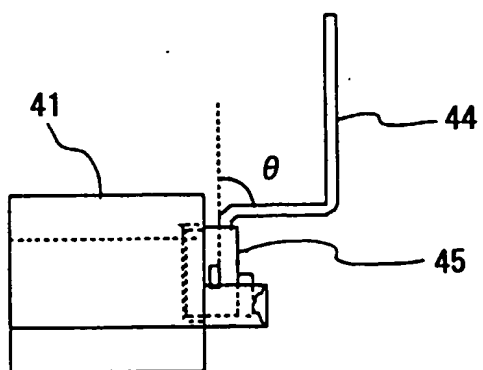


10/28

第 17 図

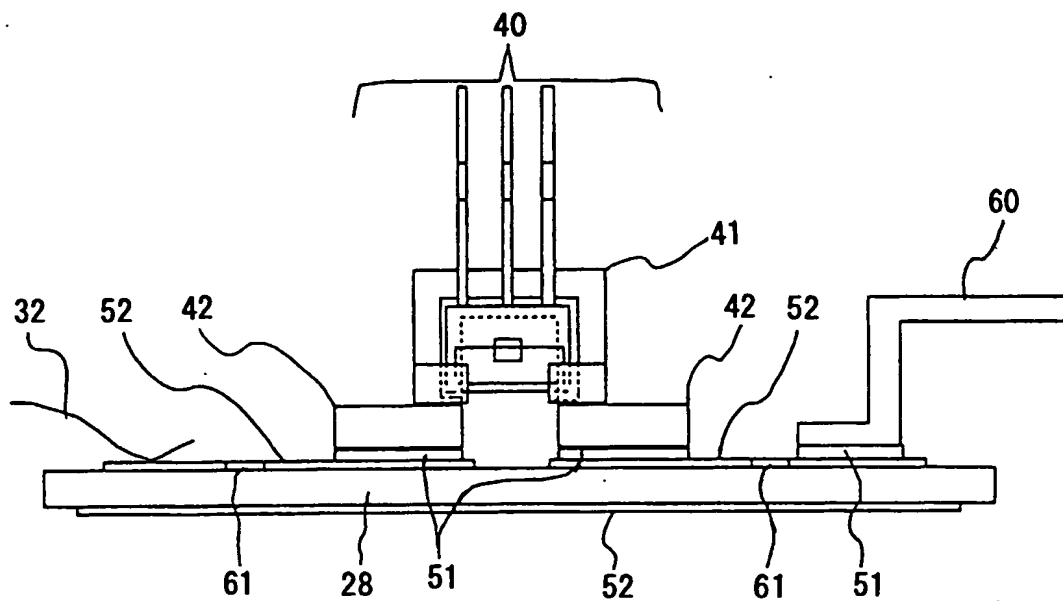


第 18 図

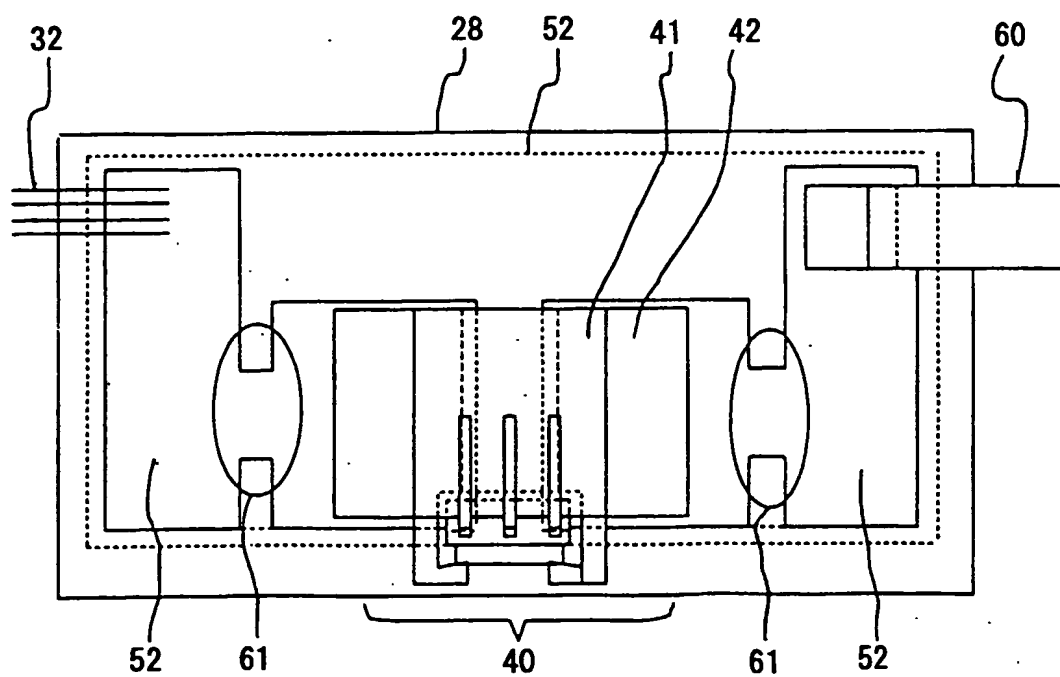


11/28

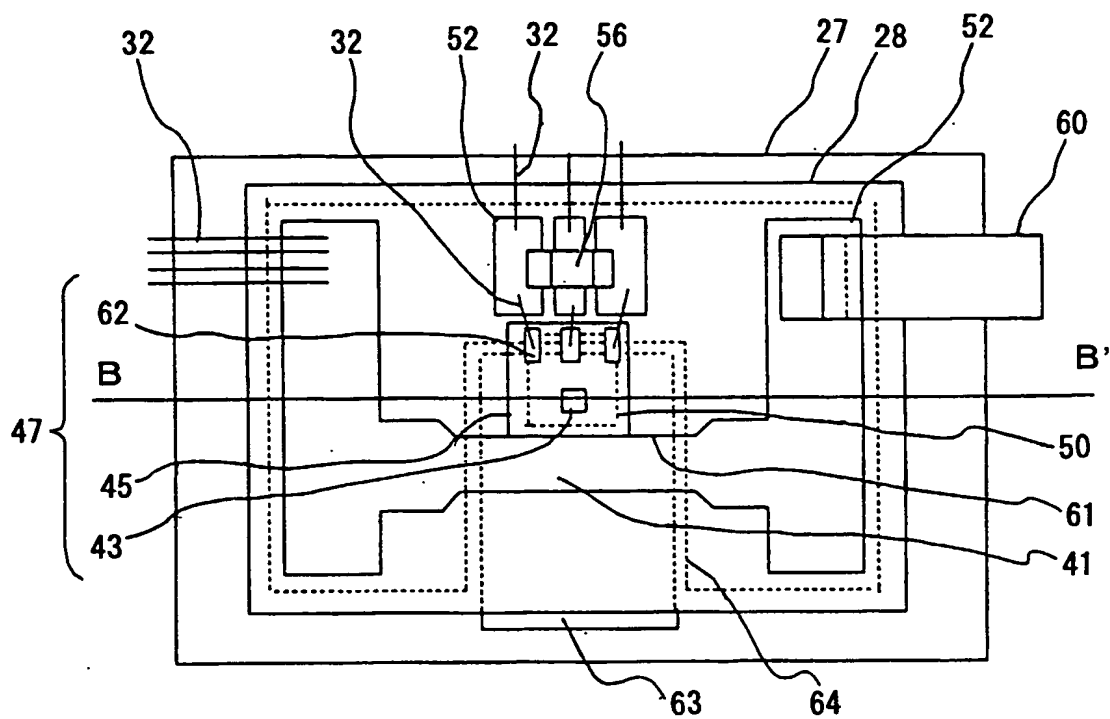
第 19 図



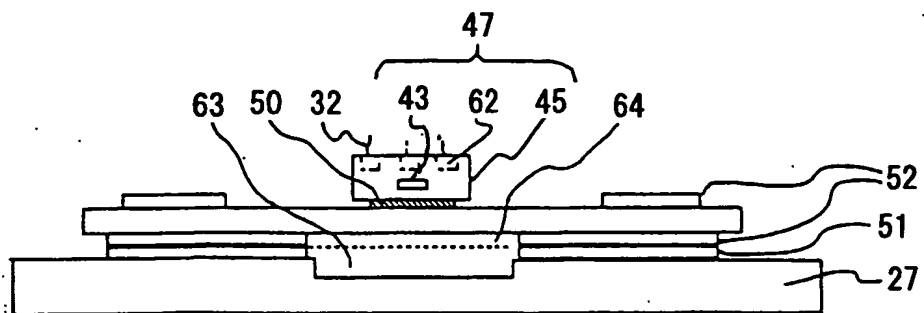
第 20 図



第 2 1 図

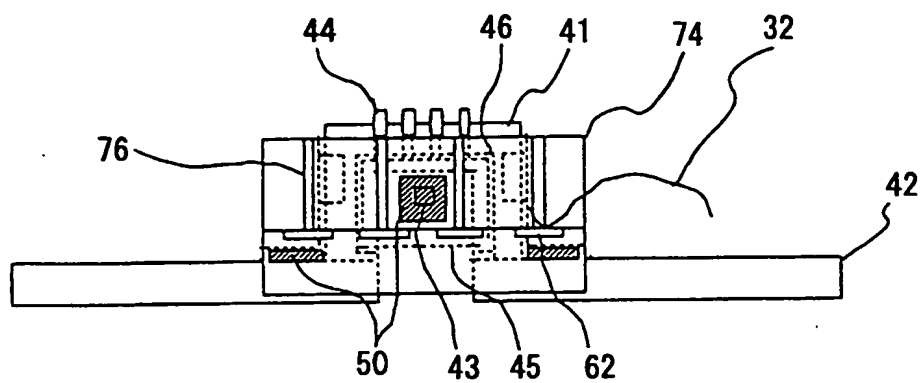


第 2 2 図

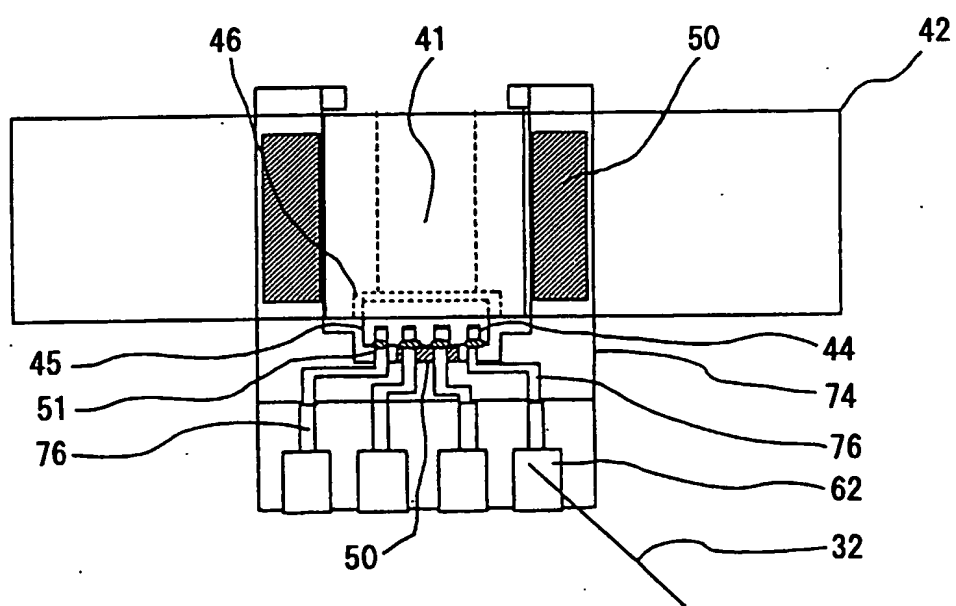


13/28

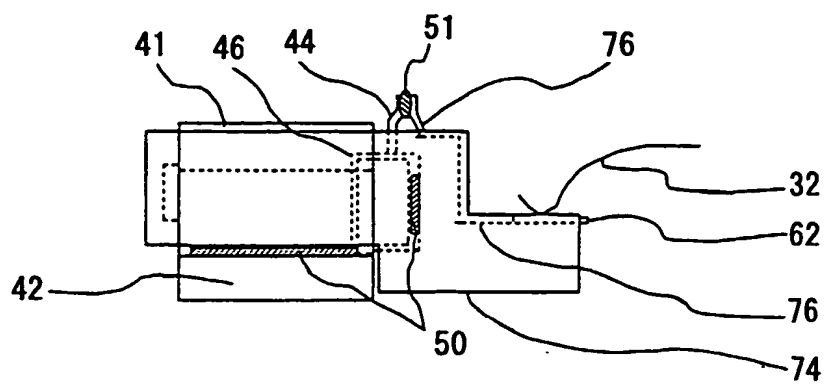
第 2 3 図



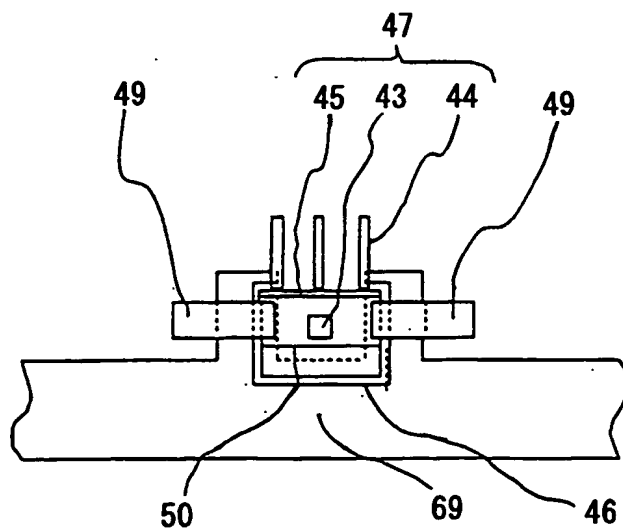
第 2 4 図



第 2 5 図



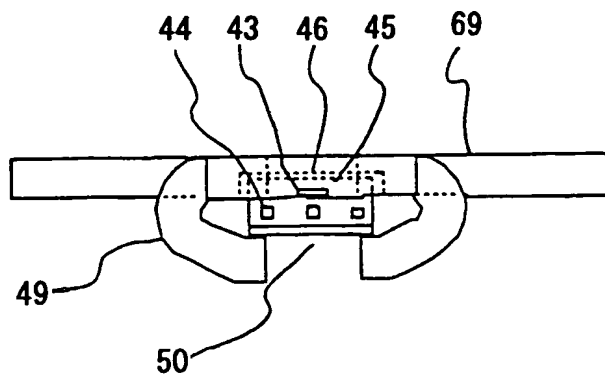
第 2 6 図



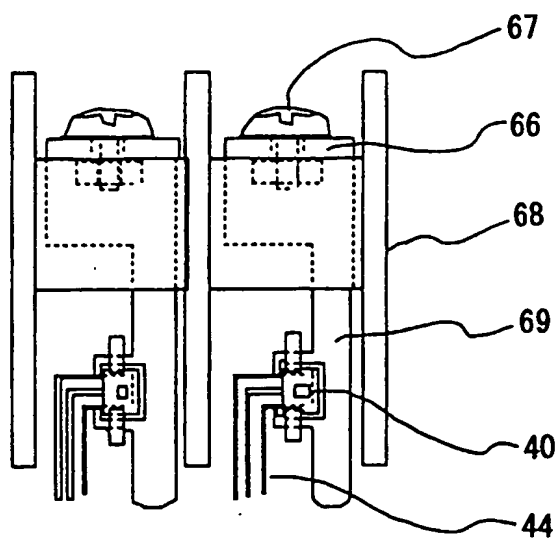


15/28

第 2 7 図

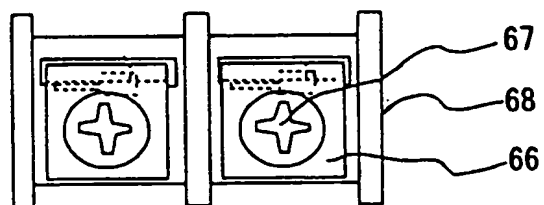


第 2 8 図

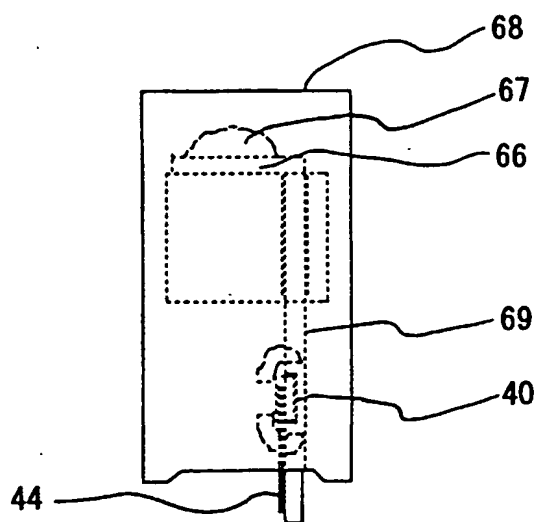


16/28

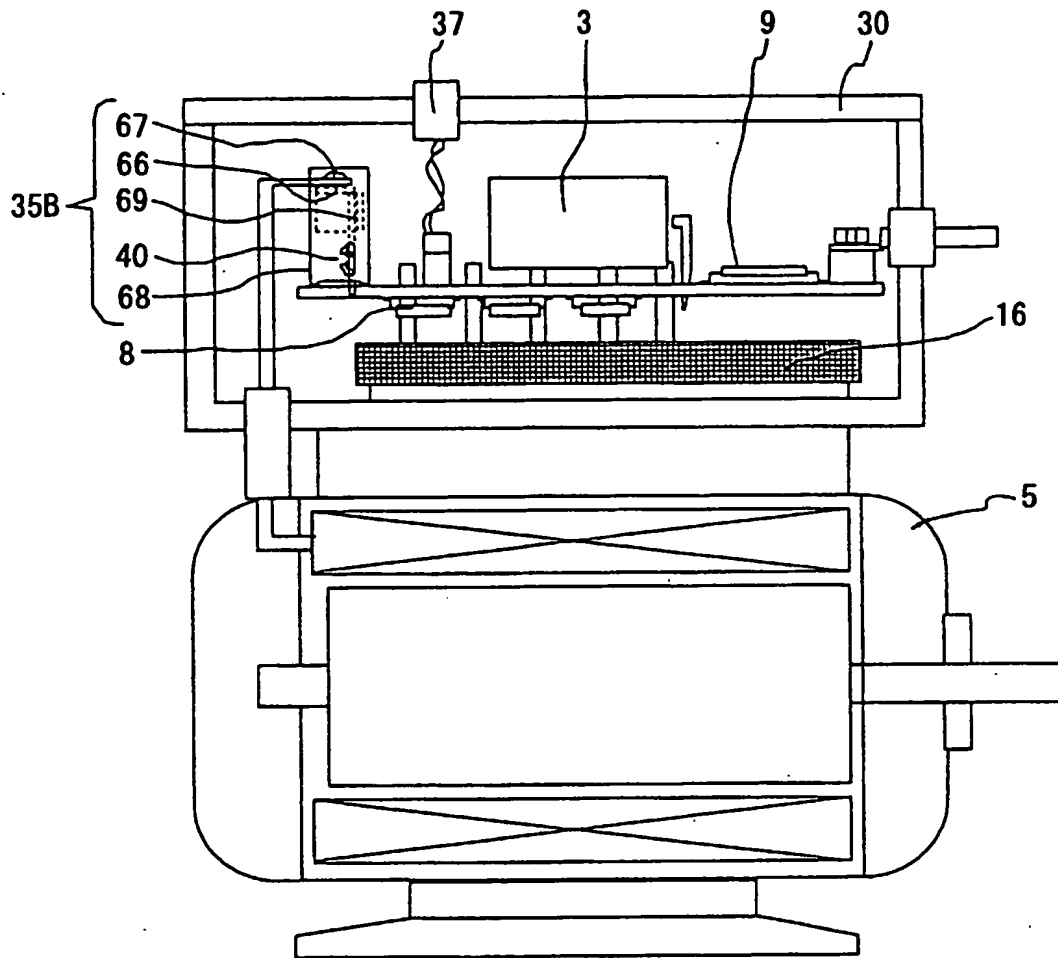
第 2 9 図



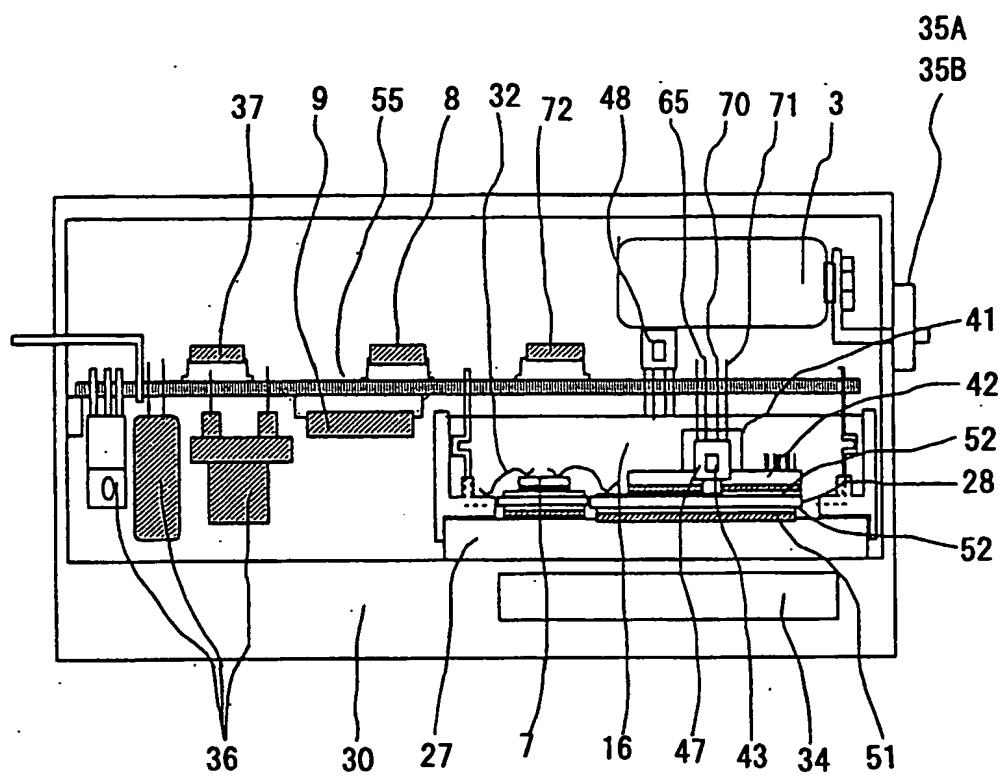
第 3 0 図



第 3 1 図

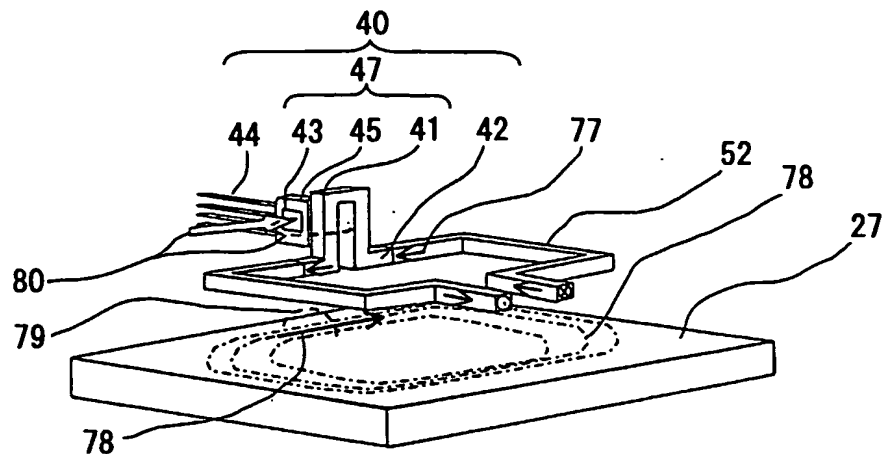


第 3 2 図

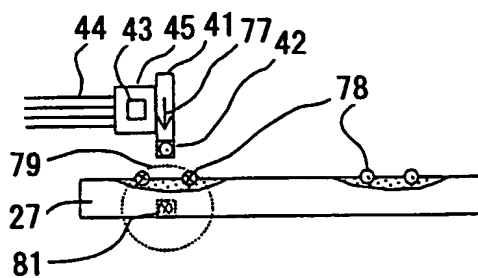


19/28

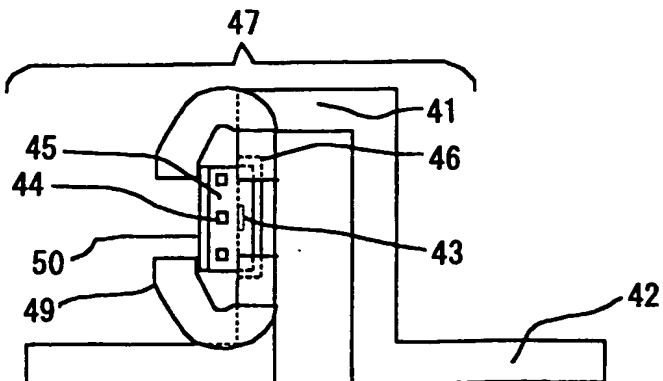
第 3 3 図



第 3 4 図

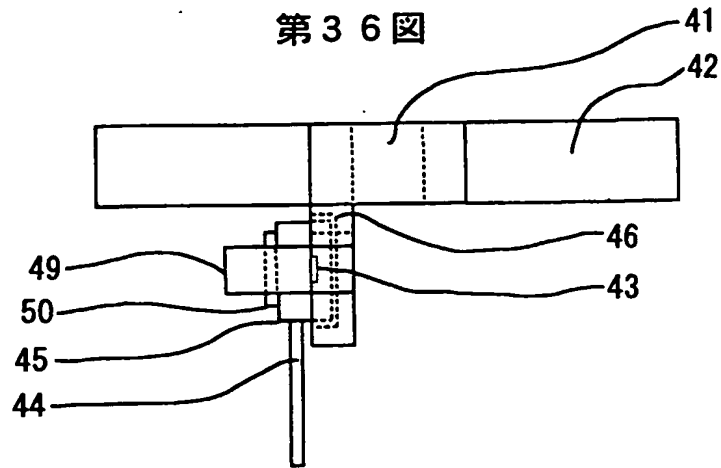


第 3 5 図

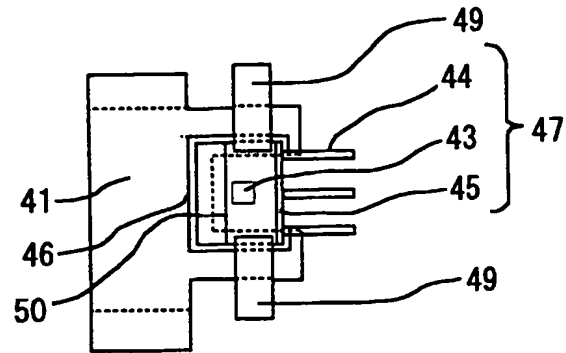


20/28

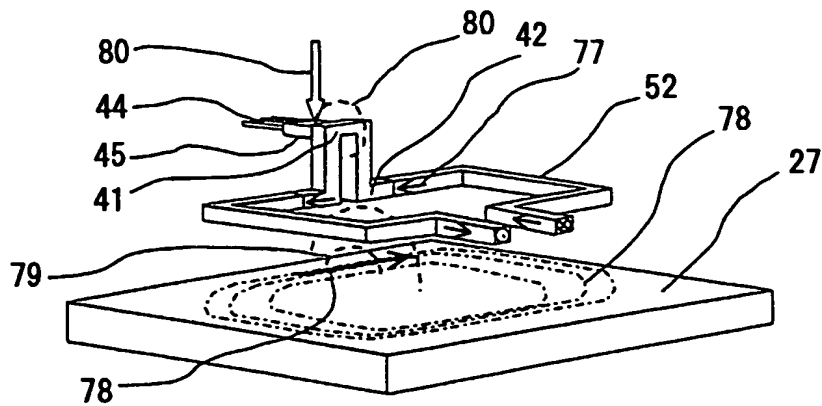
第 3 6 図



第 3 7 図

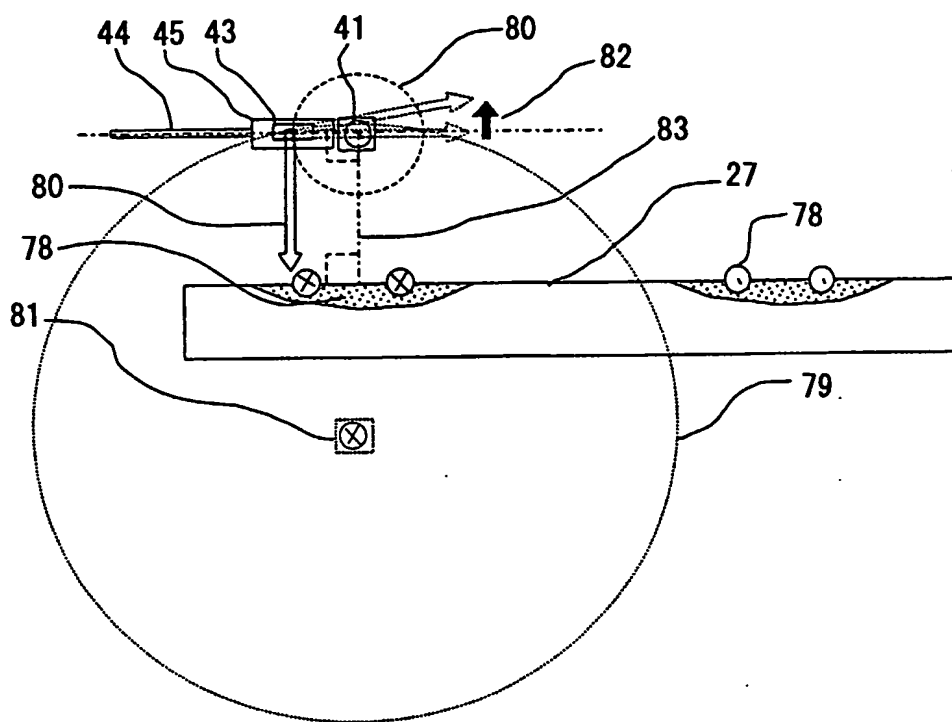


第 3 8 図

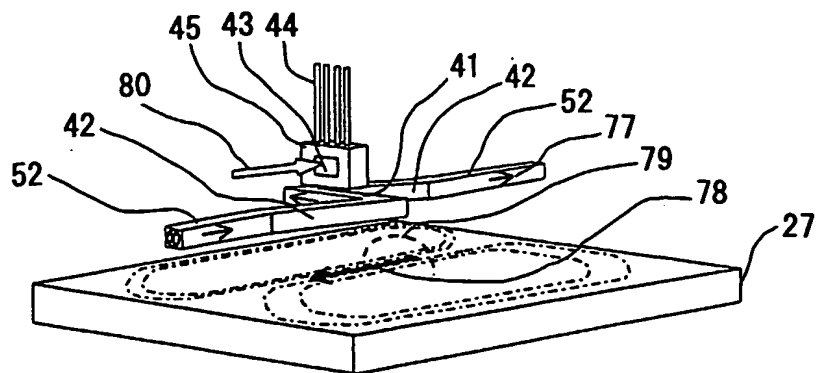


21/28

第 3 9 図

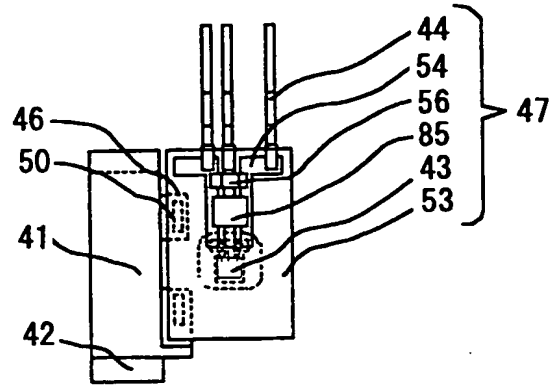


第 4 0 図

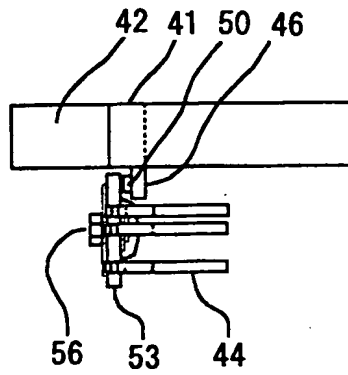


22/28

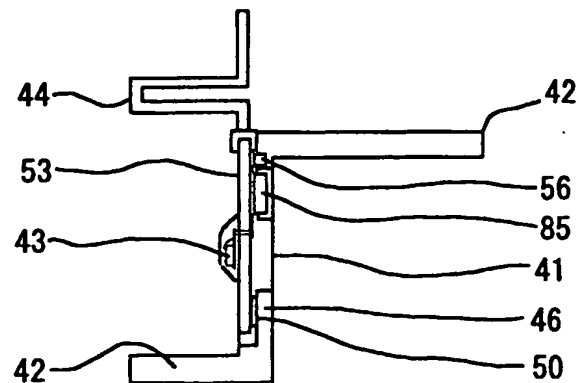
第 4 1 図



第 4 2 図

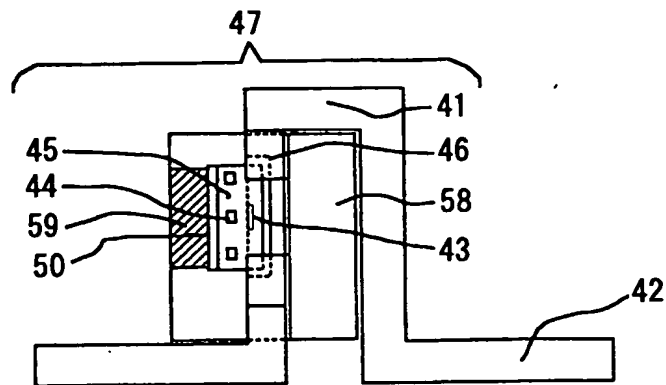


第 4 3 図

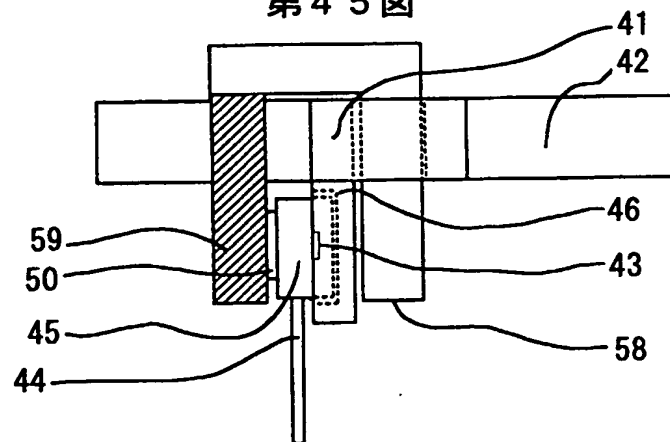




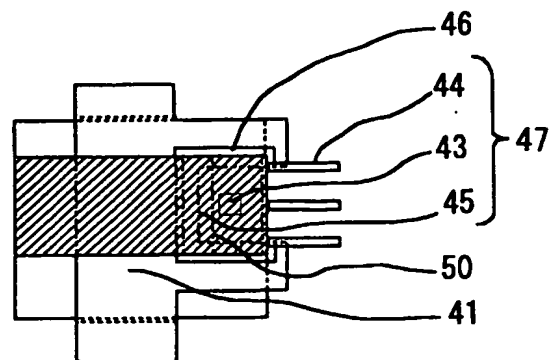
第 4 4 図



第 4 5 図

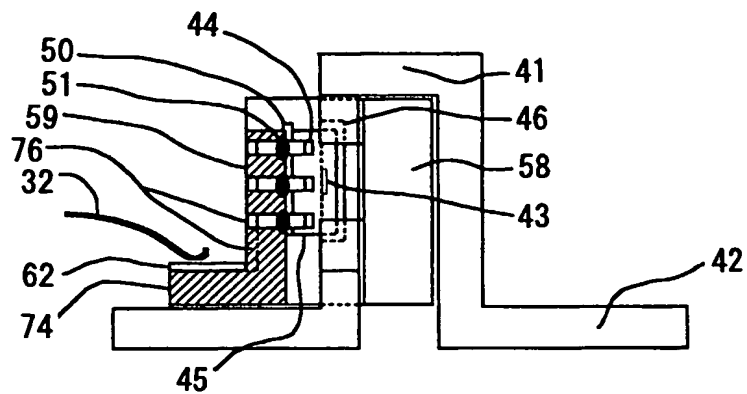


第 4 6 図

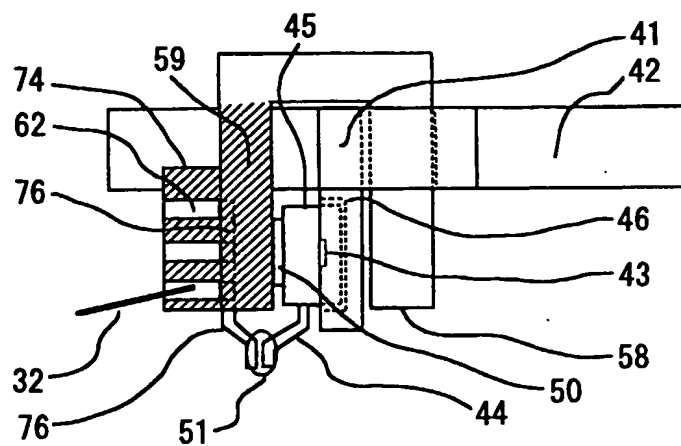


24/28

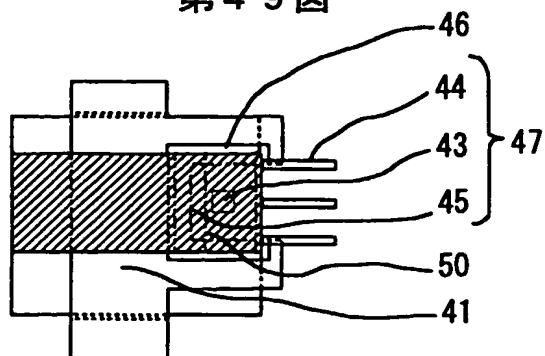
第 4 7 図



第 4 8 図

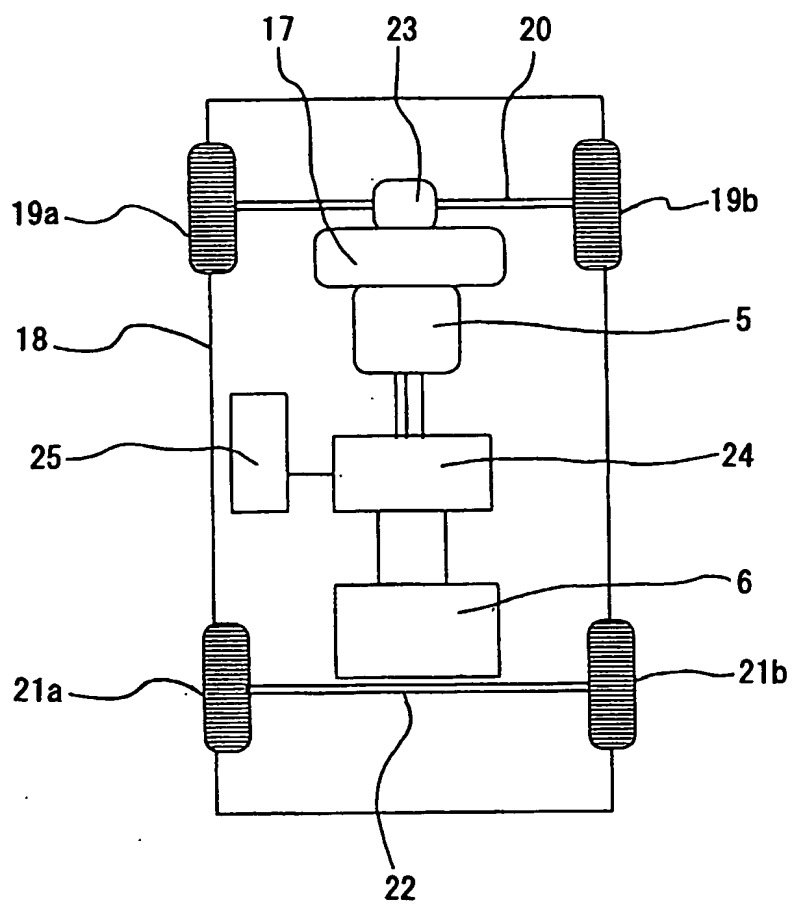


第 4 9 図



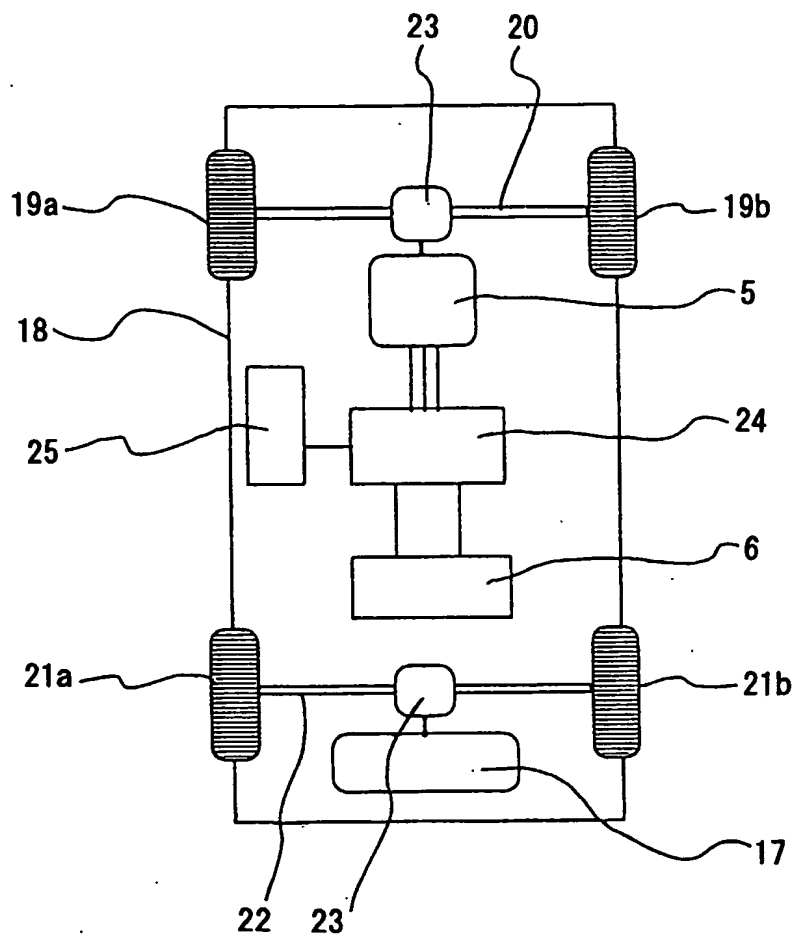
25/28

第 5 0 図

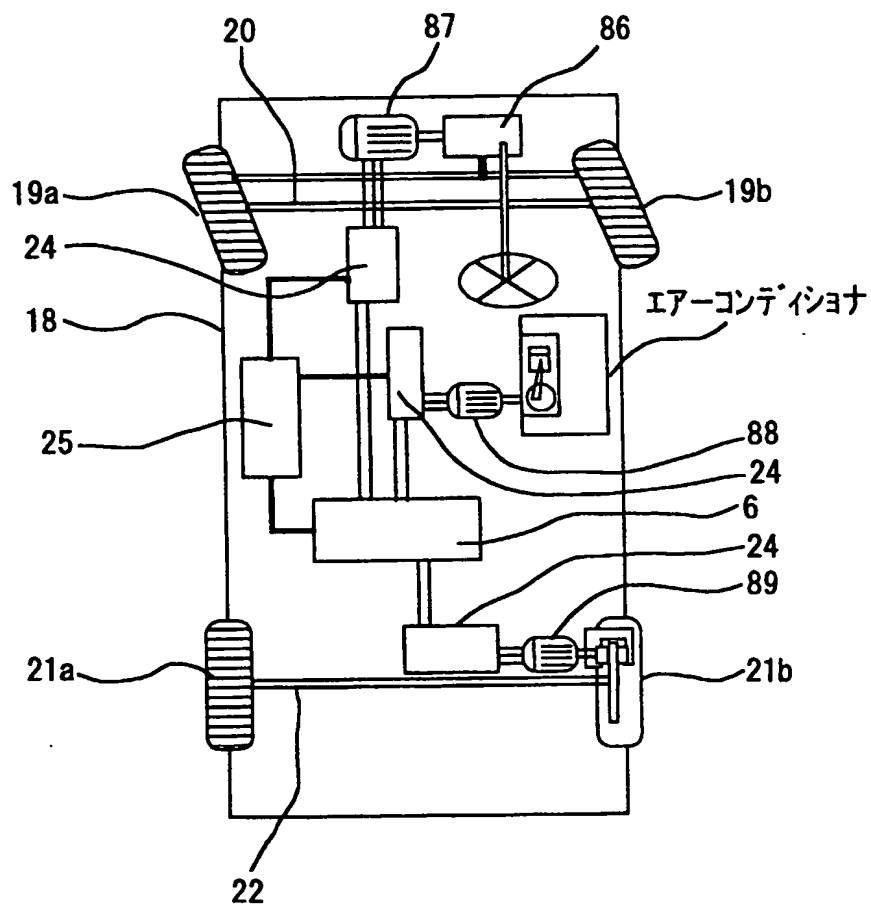


26/28

第 5 1 図

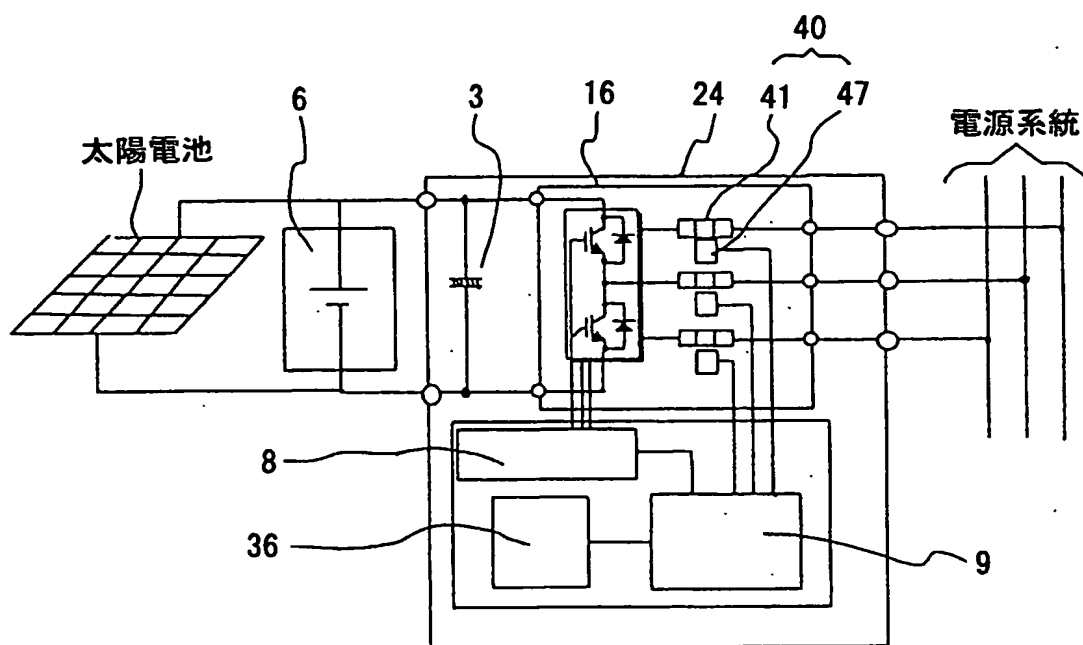


第 5 2 図

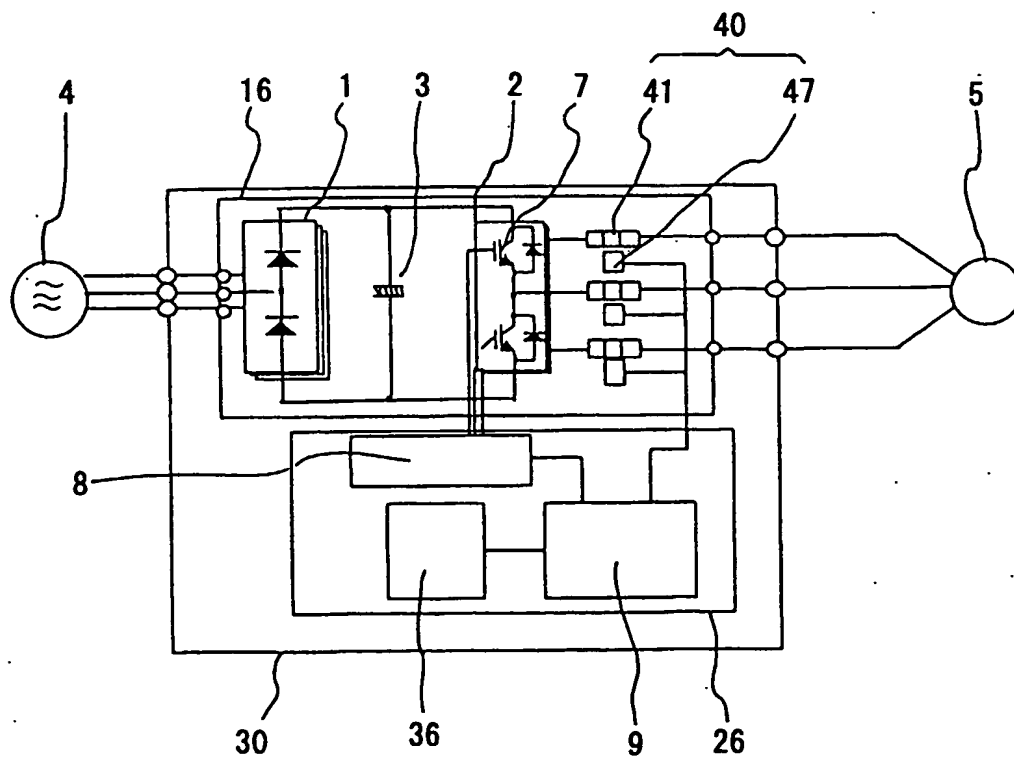


28/28

第 5 3 図



第 5 4 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/04341

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02M1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H02M1/00-1/30, 7/42-7/98, G01R15/00-17/22, H01L23/56,  
25/00-25/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6236110 B1 (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha), 22 May, 2001 (22.05.01), Column 7, lines 17 to 57; Fig. 4 & JP 2000-353778 A Par. Nos. [0015] to [0017]	1-3, 6, 9, 10, 27, 28, 30, 31, 35-37, 41 4, 5, 7, 8, 11-26, 29, 32-34, 38-40
A		
Y	JP 8-194016 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 30 July, 1996 (30.07.96), Par. Nos. [0023] to [0022]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-3, 6, 9, 10, 27, 28, 30, 31, 35-37, 41 4, 5, 7, 8, 11-26, 29, 32-34, 38-40
A		

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
30 June, 2003 (30.06.03)

Date of mailing of the international search report  
15 July, 2003 (15.07.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/04341

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-171491 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 June, 2000 (23.06.00), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-41
A	JP 2001-86768 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 March, 2001 (30.03.01), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-41
A	JP 5-223849 A (Toshiba Corp.), 03 September, 1993 (03.09.93), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-41



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H02M 1/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H02M 1/00-1/30, 7/42-7/98  
 G01R 15/00-17/22  
 H01L 23/56, 25/00-25/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y  A	US 6236110 B1 (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha) 2001.05.22, 第7欄第17行-第57行, 図4 & JP 2000-353778 A 【0015】-【0017】	1-3, 6, 9, 10, 27, 28, 30, 31, 35-37, 41 4, 5, 7, 8, 11-26, 29, 32-34, 38-40

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.06.03

国際調査報告の発送日

15.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

櫻田 正紀



3V

2917

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y  A	JP 8-194016 A (富士電機株式会社) 1996. 07. 30, 【0023】 - 【0022】, 図1 - 図4 (ファミリーなし)	1-3, 6, 9, 10, 27, 28, 30, 31, 35-37, 41 4, 5, 7, 8, 11-26, 29, 32-34, 38-40
A	JP 2000-171491 A (三菱電機株式会社) 2000. 06. 23, 全文, 図1 - 図15 (ファミリーなし)	1-41
A	JP 2001-86768 A (三菱電機株式会社) 2001. 03. 30, 全文, 図1 - 図15 (ファミリーなし)	1-41
A	JP 5-223849 A (株式会社東芝) 1993. 09. 03, 全文, 図1 - 図5 (ファミリーなし)	1-41

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**